Composición de textos científicos con LaTeX

Gabriel Valiente Feruglio



\circle{40}
\circle{50}
\circle*{15}
\circle*{20}





Composición de textos científicos con LaTeX

Gabriel Valiente Feruglio

Primera edición: septiembre de 1997

Con la colaboración del Servei de Publicacions de la UPC.

Diseño de la cubierta: Antoni Gutiérrez

Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya, SL
Jordi Girona Salgado 31, 08034 Barcelona
Tel. 401 68 83 Fax. 401 58 85

Producción: CPET (Centre de Publicacions del Campus Nord)
La Cup. C. Gran Capità s/n, 08034 Barcelona

Depósito legal: B-24.440-97
ISBN: 84-8301-204-9

Prefacio

El LaTeX tiene ya más de diez años de existencia en las instituciones académicas y científicas de todo el mundo y tanto su núcleo básico como sus extensiones para resolver problemas específicos de composición de textos científicos se encuentran ampliamente documentados en los libros *LaTeX: A Document Preparation System* y *The LaTeX Companion*.

Lejos de hacer una traducción, sin embargo, la fuerza motivadora de este libro ha sido el escribir una obra verdaderamente original. Original en cuanto a los contenidos, incorporando los últimos desarrollos en torno al nuevo sistema LaTeX 2_ε y sus extensiones para componer textos científicos escritos en lengua castellana, así como informaciones muy dispersas en ponencias en congresos, artículos de revistas especializadas y documentos electrónicos.

Original también en cuanto a la presentación de los contenidos, procurando escribir una obra *formadora* y a la vez *informadora*. Formadora de los estudiantes, los profesores y los investigadores que se acercan por primera vez al sistema LaTeX y al tratamiento de textos científicos en general. Pero también una obra informadora sobre el estado actual del sistema LaTeX 2_ε, en el contexto de la tipografía científica y, sobre todo, con vista a las necesidades de los usuarios hispanohablantes.

Es bien sabido que el propósito de la escritura científica es transmitir conocimientos. Ahora bien, el hecho de tener al alcance una herramienta de composición de textos científicos tan sofisticada como el LaTeX puede hacer perder de vista el contenido del texto y dedicar más esfuerzos a la presentación. Sobre todo dada la tendencia actual de la estética a dejar el contenido en un segundo plano. Con todo, este libro también pretende dar los elementos básicos de tipografía científica que permitirán encontrar un balance adecuado entre la forma y el contenido de los trabajos escritos con LaTeX, y al mismo tiempo transmitir la afición del autor por la estética.

Mi especial agradecimiento va dirigido a todas aquellas personas que han colaborado a acercar el sistema LaTeX a los usuarios de ámbito hispano y catalán, en especial a Gonçal Badenes, Francesc Carmona, Francesc Comellas Padró, Josep M. Font, Robert Fuster Capilla, Xavier Gràcia Sabaté, Jordi Levy, Caterina Parals Colom, Francesc Rosselló Llompart, José Luis Ruiz, Jordi Saludes, Francina Turon y Sebastià Xambó Descamps. También a Josep M. Mestres, Joan Solà y Josep M. Pujol, los tres fuentes inagotables de sabiduría y experiencia en cuestiones de ortografía y tipografía catalanas.

Asimismo, a Dèbora Cartañà, per la esmerada corrección de estilo de este libro, y a todas aquellas personas que revisaron los trabajos en que se basa esta obra durante los tres años en

que tuve el privilegio de trabajar en la Universitat de les Illes Balears: desde comunicaciones en congresos europeos e internacionales y artículos publicados en la revista *TUGboat* hasta artículos de divulgación publicados en el suplemento *Ciència i Futur* del *Diario de Mallorca*. En especial a Joan Alegret, Rosa Colomer, Joan Antoni Mesquida, Joan Moratinos, Magdalena Ramon, Cèlia Riba y Lluís de Yzaguirre. También a todas aquellas personas que han revisado los borradores de la edición original de este libro. Francesc Rosselló Llompart y Xavier Gràcia Sabaté son quienes más han contribuido.

Finalmente, a todos los colegas del TeX Users Group que me han brindado su apoyo durante los últimos años para acercar el LaTeX a las convenciones ortográficas y tipográficas propias de la lengua catalana y de la lengua castellana. Muy especialmente a Claudio Beccari, Barbara Beeton, Johannes Braams, Michael Ferguson, Michel Goossens, Yannis Haralambous, Donald Knuth, Pierre MacKay, John Plaice, José Ra. Portillo, Sebastian Rahtz, Chris Rowley, Julio Sánchez y Christina Tiele.

Gabriel Valiente Feruglio
valiente@lsi.upc.es

Barcelona
Abril de 1997

Índice general

Bibliografía

Goossens, M., Mittelbach, F., y Samarin, A. (1994). *The LaTeX Companion.* Addison-Wesley, Reading, Massachusetts.

Knuth, D. E. (1992). *The TeXbook.* Addison-Wesley, Reading, Massachusetts.

Knuth, D. E., Larrabee, T., y Roberts, P. M. (1989). *Mathematical Writing.* American Mathematical Society.

Lamport, L. (1994). *LaTeX: A Document Preparation System.* Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, 2a edición.

Mestres, J. M., Costa, J., Oliva, M., y Fité, R. (1995). *Manual d'estil: la redacció i l'edició de textos.* Eumo Editorial, Barcelona.

Pujol, J. M. y Solà, J. (1995). *Ortotipografia. Manual de l'autor, l'autoeditor i el dissenyador gràfic.* Columna, Barcelona.

Riera, C. (1993). *Manual de català científic.* Editorial Claret, Barcelona, 2a edición.

Soler, J. (1994). *Introducció al TeX.* Edicions UPC, Barcelona, 2a edición.

Swanson, E. (1979). *Mathematics into Type.* American Mathematical Society.

UCP (1993). *The Chicago Manual of Style.* The University of Chicago Press, Chicago, 14a edición.

Valiente, G. (1994). Typesetting Commutative Diagrams. *TUGboat*, 15(4):466–484.

Valiente, G. (1995). Modern Catalan Typographical Conventions. *TUGboat*, 16(3):329–338.

Valiente, G. (1996). *Composició de textos científics amb LaTeX.* Edicions UPC, Barcelona.

Valiente, G. y Fuster, R. (1993). Typesetting Catalan Texts with TeX. *TUGboat*, 14(3):252–259.

van Leunen, M.-C. (1992). *A Handbook for Scholars.* Oxford University Press, Nova York, Oxford.

William, Jr., S. y White, E. B. (1979). *The Elements of Style.* Macmillan, Nova York, 3a edición.

Índice de materias

Capítulo 0

Cómo evitar leer este libro

El LATEX es un sistema orientado a la composición de textos académicos y científicos, sobre todo de textos que incluyen muchos elementos de notación matemática, como por ejemplo tesinas y tesis doctorales, apuntes de asignaturas, artículos de revistas científicas, comunicaciones y anales de congresos, libros técnicos y científicos, etc.

Es un sistema de composición lógica, por oposición a los sistemas de composición visual o programas WYSIWYG (*What You See Is What You Get*: lo que el autor escribe y ve en la pantalla del ordenador es exactamente lo que saldrá impreso). Con el sistema LATEX, lo que el autor escribe y ve en la pantalla del ordenador es el contenido del documento y su estructura lógica, pero entre estos y el documento compuesto hay un paso intermedio de procesamiento o *compilación* del documento mediante el sistema LATEX.

La calidad tipográfica de los documentos compuestos con LATEX es comparable a la de les mejores editoriales científicas del mundo, pero el principal costo que se debe pagar es la disociación entre la escritura del documento y la visualización del mismo documento compuesto. Sin embargo, los beneficios adicionales derivados de esta disociación superan con creces todos los inconvenientes asociados.

La lectura de este libro se puede evitar, entonces, si el lector potencial se llega a convencer, cuanto antes mejor, que no está dispuesto a pagar un precio tan alto para complementar la gran calidad del contenido de sus trabajos académicos y científicos con una gran calidad tipográfica. Los ejemplos que se presentan a continuación en este capítulo no pretenden sino orientar el lector en este sentido.

Se incluye un ejemplo para cada tipo de documento que se suele escribir y componer con LATEX: una tesina, una tesis doctoral, los apuntes de una asignatura, un artículo de una revista científica, una comunicación en un congreso, un capítulo de un libro, una transparencia para retroproyección y una carta.

Cada ejemplo se presenta de manera resumida en dos páginas consecutivas: el documento aproximadamente como ha sido escrito por el autor, en una página par, y el mismo documento compuesto con el sistema LATEX, en la página impar siguiente.

Tesis de licenciatura

Extracto de Moreno Ribas, A. (1992). *Generalización de fórmulas lógicas y su aplicación al aprendizaje automático.* Tesis de licenciatura, Universitat Politècnica de Catalunya.

```
\chapter{Descripción del algoritmo de generalización}
\section{Introducción}

La suposición subyacente en los métodos de adquisición de conceptos es
que las similitudes entre las instancias positivas del concepto a
aprender contienen información suficiente para la construcción de
descripciones características del concepto.  Estas descripciones se
representan típicamente como conjunciones de las relaciones primitivas
utilizadas para expresar dichas instancias.  Las descripciones que
obtenemos con el algoritmo de cotejamiento desarrollado son las más
específicas, es decir, las conjunciones con el mayor número de
relaciones presentes en la representación de las instancias del
concepto.  Estas descripciones son las \emph{generalizaciones
conjuntivas maximales} \cite{mitchell-search} que se quieren obtener
en el paso 3 del algoritmo de aprendizaje propuesto en
\cite{nunyez-inductiva}, visto anteriormente.

Podemos expresar de un modo formal el concepto de \emph{generalización
conjuntiva maximal} de la siguiente forma:

\begin{itemize}
\item Sean $E_1$, $E_2$ dos fórmulas de primer orden expresadas en
forma normal conjuntiva.  Se dice que $E_1$ es más general que $E_2$
si existe una substitución $\sigma$ de términos de $E_2$ por variables
tal que el conjunto de cláusulas de $E_1$ es un subconjunto del de
$\sigma E_2$ (donde $\sigma E_2$ es la fórmula resultante de aplicar
la substitución $\sigma$ a $E_2$).  Para que una fórmula $E$ sea una
generalización conjuntiva maximal de $n$ fórmulas $E_1,E_2,\ldots,E_n$
se debe cumplir que:

\begin{itemize}
\item $E$ es una generalización de $E_i$, $\forall_{i=1}^n$.
\item Si $F$ es una generalización de $E_i$, $\forall_{i=1}^n$,
entonces $E$ no es una generalización de $F$.
\end{itemize}
\end{itemize}
```

Capítulo 3

Descripción del algoritmo de generalización

3.1 Introducción

La suposición subyacente en los métodos de adquisición de conceptos es que las similitudes entre las instancias positivas del concepto a aprender contienen información suficiente para la construcción de descripciones características del concepto. Estas descripciones se representan típicamente como conjunciones de las relaciones primitivas utilizadas para expresar dichas instancias. Las descripciones que obtenemos con el algoritmo de cotejamiento desarrollado son las más específicas, es decir, las conjunciones con el mayor número de relaciones presentes en la representación de las instancias del concepto. Estas descripciones son las *generalizaciones conjuntivas maximales* [Mit82] que se quieren obtener en el paso 3 del algoritmo de aprendizaje propuesto en [Núñ91], visto anteriormente.

Podemos expresar de un modo formal el concepto de *generalización conjuntiva maximal* de la siguiente forma:

- Sean E_1, E_2 dos fórmulas de primer orden expresadas en forma normal conjuntiva. Se dice que E_1 es más general que E_2 si existe una substitución σ de términos de E_2 por variables tal que el conjunto de cláusulas de E_1 es un subconjunto del de σE_2 (donde σE_2 es la fórmula resultante de aplicar la substitución σ a E_2). Para que una fórmula E sea una generalización conjuntiva maximal de n fórmulas $E_1, E_2, \ldots, E_n$ se debe cumplir que:
  - E es una generalización de E_i, $\forall_{i=1}^{n}$.
  - Si F es una generalización de E_i, $\forall_{i=1}^{n}$, entonces E no es una generalización de F.

Tesis doctoral

Extracto de Bonet, M. L. (1991). *The Lengths of Propositional Proofs and the Deduction Rule.* Tesis doctoral, University of California at Berkeley.

```
Now we are ready to show that nested deduction Frege systems simulate
tree-like sequent calculus in a linear increase in the size of the
proof.

\begin{corollary} \label{ndFsimulationpkt}
If $\vdashsyslen{\PKT}{n} A_1,\ldots,A_m\sequent B_1,\ldots,B_k$, then
$\vdashsyslen{\ndF}{O(n)}\langle A_1,\ldots,\allowbreak
A_m\rangle\models B_1\vee\ldots\vee B_k$.
\end{corollary}

\begin{proof}
Assume that $\vdashsyslen{\PKT}{n} A_1,\ldots,A_m\sequent
B_1,\ldots,B_k$.  For simplicity, let $\Gamma=\langle
A_1,\ldots,A_m\rangle$.  Then, by theorem \ref{pksimulation},
$\vdashsyslen{\ndF}{O(n)}\Gamma*\langle\neg B_1,\ldots,\neg
B_k\rangle\models\false$.  We build a \nopagebreak[3] $\ndF$-proof of
$\Gamma\models B_1\vee\ldots\vee B_k$ the following way:
\[ \left\lceil \begin{array}{ll}
   \Gamma & \\
   \left[ \begin{array}{ll}
      \neg B_1\wedge\ldots\wedge \neg B_k & \\
      \vdots & \\ \neg B_1 & \\
      \neg B_2\wedge\ldots\wedge\neg B_k & \\
      \vdots & \\ \neg B_{k-1} & \\
      \neg B_{k} & \\ \vdots & \\ \false &
   \end{array} \right\}~\begin{array}{l}
               O(k)~\textrm{lines to separate}~%
   \neg B_1\wedge\ldots\wedge\neg B_k, \\
   +O(n)~\textrm{from theorem \ref{pksimulation}}
   \end{array} \\
   (\neg B_1\wedge\ldots\wedge\neg B_k)\supset\false & \\
   \left. \begin{array}{ll}
      \vdots & \\
      \neg(B_1\vee\ldots\vee B_k)\supset(\neg B_1\wedge\ldots\wedge\neg B_k)&
   \end{array} \right\}~O(k)~\textrm{lines by lemma \ref{boolean}}& \\
   \vdots & \\ \neg(B_1\vee\ldots\vee B_k)\supset\false & \\
   \vdots & \\ B_1\vee\ldots\vee B_k &
\end{array} \right. \]
```

Now we are ready to show that nested deduction Frege systems simulate tree-like sequent calculus in a linear increase in the size of the proof.

Corollary 5.29. *If* $\vdash^{PKT}_{n} A_1, \ldots, A_m \longrightarrow B_1, \ldots, B_k$, *then* $\vdash^{nd\mathcal{F}}_{O(n)} \langle A_1, \ldots, A_m \rangle \models B_1 \vee \ldots \vee B_k$.

Proof. Assume that $\vdash^{\mathrm{PKT}}_{n} A_1, \ldots, A_m \longrightarrow B_1, \ldots, B_k$. For simplicity, let $\Gamma = \langle A_1, \ldots, A_m \rangle$. Then, by theorem 27, $\vdash^{nd\mathcal{F}}_{O(n)} \Gamma * \langle \neg B_1, \ldots, \neg B_k \rangle \models p \wedge \neg p$. We build a $nd\mathcal{F}$-proof of $\Gamma \models B_1 \vee \ldots \vee B_k$ the following way:

$$
\begin{array}{l}
\Gamma \\
\quad \left.\begin{array}{l}
\neg B_1 \wedge \ldots \wedge \neg B_k \\
\vdots \\
\neg B_1 \\
\neg B_2 \wedge \ldots \wedge \neg B_k \\
\vdots \\
\neg B_{k-1} \\
\neg B_k \\
\vdots \\
p \wedge \neg p
\end{array}\right\} \begin{array}{l} O(k) \text{ lines to separate } \neg B_1 \wedge \ldots \wedge \neg B_k, \\ +O(n) \text{ from theorem 27} \end{array} \\
(\neg B_1 \wedge \ldots \wedge \neg B_k) \supset p \wedge \neg p \\
\left.\begin{array}{l}
\vdots \\
\neg(B_1 \vee \ldots \vee B_k) \supset (\neg B_1 \wedge \ldots \wedge \neg B_k)
\end{array}\right\} O(k) \text{ lines by lemma 28} \\
\vdots \\
\neg(B_1 \vee \ldots \vee B_k) \supset p \wedge \neg p \\
\vdots \\
B_1 \vee \ldots \vee B_k
\end{array}
$$

The proof above has $O(k) + O(n) + d$ lines, for some constant d. Since $k \leq n$, by lemma 8, the proof has $O(n)$ lines. □

Corollary 5.30. *If* $\vdash^{PKT}_{n} A$, *then* $\vdash_{O(n \cdot \alpha(n))} A$.

Proof. If $\vdash^{\mathrm{PKT}}_{n} A$, then by corollary 5.29, $\vdash^{nd\mathcal{F}}_{O(n)} A$, and by theorem 16, $\vdash_{O(n \cdot \alpha(n))} A$. □

Apuntes de asignatura

Extracto del Departament de Llenguatges i Sistemes Informàtics de la Universitat Politècnica de Catalunya (1995). *Llenguatges, gramàtiques i autòmats (LGA): col.lecció de problemes.* Centre de Publicacions del Campus Nord, Barcelona.

```
\section{Llenguatges regulars}
\begin{enumerate}

\item Sigui~$E$ l'expressió regular $$ c^* (\lambda + a (a + b + c)^* + (a
(a + b + c)^* b) c^* $$

\begin{enumerate}
\item És $L(E) = \{ a, b, c \}^*$?
\item És $L(EE) = \{ a, b, c \}^*$?
\end{enumerate}

\item Construïu expressions regulars que siguin equivalents als llenguatges
sobre $\{ a, b, c \}$ dels mots~$w$ que compleixen les condicions següents:

\begin{enumerate}
\item hi ha un nombre parell de~$a$ en~$w$,
\item hi ha $4 i + 1$ $b$ en~$w$ per a~$i \geq 0$,
\item $\mid w \mid = 3 i$ per a $i \geq 0$,
\item la cadena~$abc$ no apareix en~$w$.
\end{enumerate}

\item Diem que una expressió regular és ambigua si hi ha un mot que pot ser
obtingut de l'expressió regular de dues maneres diferents, com a mínim. De
les expressions regulars següents, digueu quines són ambigües.
\begin{enumerate}
\item $a ((a b)^* c d)^* + a (a b a b c b^*)^* a^*$
\item $a a b^* (a b)^* + a b^* + a^* b b a^*$
\item $a a b a^* + a a a b a + a a b b a^* + a$
\end{enumerate}

\item Construïu {\small DFA} que reconeguin els llenguatges denotats per
\begin{enumerate}
\item $a^* b a^* a b^*$
\item $b ( (a a b^* + a^4) b )^* a$
\item $a b [((b a)^* + b b b)^* + a]^* b$
\end{enumerate}
\end{enumerate}
```

3 Llenguatges regulars

3.1 Sigui E l'expressió regular

$$c^*(\lambda + a(a+b+c)^* + (a(a+b+c)^*b)c^*$$

i) És $L(E) = \{a,b,c\}^*$?
ii) És $L(EE) = \{a,b,c\}^*$?

3.2 Construïu expressions regulars que siguin equivalents als llenguatges sobre $\{a,b,c\}$ dels mots w que compleixen les condicions següents:

i) hi ha un nombre parell de a en w,
ii) hi ha $4i+1$ b en w per a $i \geq 0$,
iii) $\mid w \mid = 3i$ per a $i \geq 0$,
iv) la cadena abc no apareix en w.

3.3 Diem que una expressió regular és ambigua si hi ha un mot que pot ser obtingut de l'expressió regular de dues maneres diferents, com a mínim. De les expressions regulars següents, digueu quines són ambigües.

i) $a((ab)^*cd)^* + a(ababcb^*)^*a^*$
ii) $aab^*(ab)^* + ab^* + a^*bba^*$
iii) $aaba^* + aaaba + aabba^* + a$

3.4 Construïu DFA que reconeguin els llenguatges denotats per

i) $a^*ba^*ab^*$
ii) $b((aab^* + a^4)b)^*a$
iii) $ab[((ba)^* + bbb)^* + a]^*b$

Artículo de revista científica

Extracto de Burmeister, P., Rosselló, F., i Rudak, L. (1995). On Höft's characterization of weak model classes. *Algebra Universalis*, 34:214–219.

```
\newcommand{\Eq}{\textrm{Eq}}
\newcommand{\Mod}{\textrm{Mod}}
\title{On Höft's characterization of weak model classes}
\author{P.\ Burmeister \\
        \emph{Tech.\ Hochschule} \\ \emph{Darmstadt}
\and F.\ Rosselló \\
     \emph{Universitat de} \\ \emph{les Illes Balears}
\and L.\ Rudak \\
     \emph{Uniwersytet} \\ \emph{Warszawski}}
\date{}
\begin{document}
\maketitle

In this paper we show a very simple counterexample to the characterization of
weak model classes of partial algebras (i.e., classes formed of all partial
algebras weakly satisfying a given set of equations) given
in~\cite{weak-strong-equations}, and we propose a corrected version of this
characterization.

Let $\F$ be a type of algebras. Let $\tfx$ be the algebra of terms of type
$\F$ over a fixed countably infinite set of variables
$\X=\{x_i \mid i \geq 1\}$.

Given a class $\K$ of partial $\F$-algebras, let $\Eq_w(\K)$ denote
the set of all equations weakly valid in all algebras from $\K$ and let
$\K_w = \Mod_w(\Eq_w(\K))$ be the weak model class generated
by $\K$. For every partial $\F$-algebra $\A$, let
$\phi_{\A,\K}:\A\to\B_{\A,\K}$ be $\A$'s $\K$-universal solution (and recall
that, by construction, $\B_{\A,\K}\in\K_w$), and set
$$ E_{\A,\K}=\bigcup_{v:\X\to\A} \tilde{v}\times\tilde{v} \left(
\Eq_w(\K) \cap (\dom\tilde{v})^2 \right) $$
(where $\tilde{v}$ denotes the unique closed extension (with respect to $\A$)
of $v$ to an $\X$-initial segment ---i.e., the (support of an) $\X$-generated
relative subalgebra--- $\domu\tilde{v}$ of $\tfx$).
```

On Höft's characterization of weak model classes

P. Burmeister
Tech. Hochschule Darmstadt

F. Rosselló
Universitat de les Illes Balears

L. Rudak
Uniwersytet Warszawski

In this paper we show a very simple counterexample to the characterization of weak model classes of partial algebras (i.e., classes formed of all partial algebras weakly satisfying a given set of equations) given in [3], and we propose a corrected version of this characterization.

Let $\mathcal{F}$ be a type of algebras. Let $\mathbf{T}_{\mathcal{F}}(\mathcal{X})$ be the algebra of terms of type $\mathcal{F}$ over a fixed countably infinite set of variables $\mathcal{X} = \{x_i \mid i \geq 1\}$.

Given a class $\mathcal{K}$ of partial $\mathcal{F}$-algebras, let $\mathrm{Eq}_w(\mathcal{K})$ denote the set of all equations weakly valid in all algebras from $\mathcal{K}$ and let $\mathcal{K}_w = \mathrm{Mod}_w(\mathrm{Eq}_w(\mathcal{K}))$ be the weak model class generated by $\mathcal{K}$. For every partial $\mathcal{F}$-algebra $\mathbf{A}$, let $\phi_{\mathbf{A},\mathcal{K}} : \mathbf{A} \to \mathbf{B}_{\mathbf{A},\mathcal{K}}$ be $\mathbf{A}$'s $\mathcal{K}$-universal solution (and recall that, by construction, $\mathbf{B}_{\mathbf{A},\mathcal{K}} \in \mathcal{K}_w$), and set

$$E_{\mathbf{A},\mathcal{K}} = \bigcup_{v:\mathcal{X}\to\mathbf{A}} \tilde{v} \times \tilde{v} \left(\mathrm{Eq}_w(\mathcal{K}) \cap (\mathrm{dom}\, \tilde{v})^2\right)$$

(where $\tilde{v}$ denotes the unique closed extension (with respect to $\mathbf{A}$) of v to an $\mathcal{X}$-initial segment —i.e., the (support of an) $\mathcal{X}$-generated relative subalgebra— $\underline{\mathrm{dom}}\, \tilde{v}$ of $\mathbf{T}_{\mathcal{F}}(\mathcal{X})$).

In [3], Höft characterizes weak model classes as those classes $\mathcal{K}$ of partial algebras closed under weak relative subalgebras, direct products and closed homomorphic images, inductive (i.e., closed under direct limits of ω-directed systems with injective structural homomorphisms), and satisfying the following property, which he calls *weak equational faithfulness*:

> for every $\mathcal{X}$-initial segment $\mathbf{D}$ of the algebra of terms $\mathbf{T}_{\mathcal{F}}(\mathcal{X})$, $\ker \phi_{\mathbf{D},\mathcal{K}}$ is the smallest congruence on $\mathbf{D}$ (considered as a relative subalgebra of $\mathbf{T}_{\mathcal{F}}(\mathcal{X})$) containing the relation $E_{\mathbf{D},\mathcal{K}}$

It is well known (see, for instance, the Example in [5, pp. 90-91]) that inductiveness and closure under weak relative subalgebras, direct products and closed homomorphic images are not sufficient to characterize weak model classes. But, on the other hand, Höft's weak equational faithfulness turns out to be too strong a condition, since there are weak model classes that do not satisfy such condition.

Comunicación en un congreso

Extracto de Xambó i Descamps, S. (1994). String theory and enumerative geometry. Dins: Grácia, X. et al., editors, *Proc. of the Fall Workshop on Differential Geometry and its Applications*, págines 63–73, Barcelona. Departament de Matemática Aplicada i Telemática de la Universitat Politécnica de Catalunya.

```
\section{The theoretical physics input}

In the last years there has been an enormous amount of interesting work
related to string theories that is orders of magnitude beyond the control of
experiment. It appears, nevertheless, that they are able to produce highly
non-trivial and precise mathematical conjectures which so far seem very hard
to prove rigorously (see \cite{theoret-math}) that a (mathematical) proof of
any of those statements plays the role that in traditional physics is played
by experiments.

Among the conjectures, here we are going to consider only those that predict
the number of rational curves on certain Calabi-Yau varieties, for example on
a general quintic hypersurface in~$\mathbf{P}^4_{\mathbb{C}}$.\footnote{For a
beautiful introduction to Calabi-Yau manifolds, and in particular to its
intersection and Yukawa couplings, see \cite{quintic-threefolds}; for a more
elementary discussion of the main ideas, see \cite{calabi-yau-manifolds}.}
String theorists calculate a ‘Yukawa coupling’ series
$f(q)$ in two different ways, using a principle called ‘mirror symmetry,’ and
get the following two expressions:
$$ f(q) = 5 + 2\,875 q + 4\,876\,875 q^2 + \cdots $$
and
$$ f(q) = 5 + \sum_{k \geq 1} n_k k^3 \frac{q^k}{1 - q^k}
        = 5 + n_1 q + (2^3 n_2 + n_1) q^2 + \cdots $$
where~$n_k$ is the number of rational curves of degree~$k$ in the quintic
threefold. The second expression comes, roughly speaking, from a quantum
correction called ‘sum over instantons’ (which here we may take to mean
rational curves). The values gotten for the first four~$n_k$ are the
following:
$$ \begin{array}{rl}
k & n_k \\ \hline
1 & 2\,875 \\
2 & 609\,250 \\
3 & 317\,206\,375 \\
4 & 242\,467\,530\,000
\end{array} $$
```

2 The theoretical physics input

In the last years there has been an enormous amount of interesting work related to string theories that is orders of magnitude beyond the control of experiment. It appears, nevertheless, that they are able to produce highly non-trivial and precise mathematical conjectures which so far seem very hard to prove rigorously (see [Jaffe and Quinn, 1993]) that a (mathematical) proof of any of those statements plays the role that in traditional physics is played by experiments.

Among the conjectures, here we are going to consider only those that predict the number of rational curves on certain Calabi-Yau varieties, for example on a general quintic hypersurface in $\mathbf{P}^4_{\mathbb{C}}$.[4] String theorists calculate a 'Yukawa coupling' series $f(q)$ in two different ways, using a principle called 'mirror symmetry,' and get the following two expressions:

$$f(q) = 5 + 2\,875q + 4\,876\,875q^2 + \cdots$$

and

$$f(q) = 5 + \sum_{k\geq 1} n_k k^3 \frac{q^k}{1-q^k} = 5 + n_1 q + (2^3 n_2 + n_1)q^2 + \cdots$$

where n_k is the number of rational curves of degree k in the quintic threefold. The second expression comes, roughly speaking, from a quantum correction called 'sum over instantons' (which here we may take to mean rational curves). The values gotten for the first four n_k are the following:

k	n_k
1	2 875
2	609 250
3	317 206 375
4	242 467 530 000

[4]For a beautiful introduction to Calabi-Yau manifolds, and in particular to its intersection and Yukawa couplings, see [Morrison, 1993]; for a more elementary discussion of the main ideas, see [Xambó-Descamps, 1994a].

Capítulo de libro

Extracto de Castro, J. y otros (1993). *Curso de programación.* McGraw-Hill.

```
\section{Algoritmos de cambio de base}
Recordemos el teorema de la división entera expuesto en la
sección~\ref{composicion-secuencial}.

\begin{teorema} \label{division-entera}
Dados $a\in\Z$ y $b\in\Z-\{0\}$, existen valores $q,r\in\Z$ que son
únicos con la propiedad: $$a=qb+r, \qquad 0\leq r<|b|.$$ \end{teorema}

Observemos que en la notación algorítmica el resto $r$ y el cociente
$q$ se denotan respectivamente por $a\,\textbf{mod}\,b$ y
$a\,\textbf{div}\,b$.  A partir del teorema de la división entera es
fácil demostrar, para un número entero $m$ cualquiera, la existencia
de representaciones en una base $B$.  Concretamente, se tiene:

\begin{teorema} \label{representacion-base}
Fijada una base $B\in\N-\{0,1\}$, para todo $m\in\N$, $m>0$, existe
una única sucesión finita de enteros $a_n,a_{n-1},\ldots,a_0$ tal que:
$$m = a_n B^n + a_{n-1} B^{n-1} + \cdots + a_1 B + a_0, \qquad 0 \leq
a_i < B, \quad a_n \neq 0.$$ \end{teorema}

A la secuencia $r(m,B)=a_n,a_{n-1},\ldots,a_0$ se la llama
\emph{representación de $m$ en la base $B$}.

Vista la existencia y unicidad de la representación de un número en
una base, podemos considerar los siguientes problemas:

\begin{enumerate}
\renewcommand{\theenumi}{\alph{enumi}}
\renewcommand{\labelenumi}{\theenumi)}
\item Dado un número $m$ y una base $B$ calcular su representación
$r(m,B)$.
\item Dada una representación $r$ y una base $B$ calcular el número
$m$ representado.
\end{enumerate}

El segundo problema es sencillo: si la representación es
$$r(m,B)=a_n,a_{n-1},\ldots,a_0$$ el teorema~\ref{representacion-base}
asegura que: $$m = a_n B^n + a_{n-1} B^{n-1} + \cdots + a_1 B +
a_0.$$
```

6.4 Algoritmos de cambio de base

Recordemos el teorema de la división entera expuesto en la sección 1.4.

Teorema 6.4.1 *Dados $a \in \mathbb{Z}$ y $b \in \mathbb{Z} - \{0\}$, existen valores $q, r \in \mathbb{Z}$ que son únicos con la propiedad:*

$$a = qb + r, \qquad 0 \leq r < |b|.$$

Observemos que en la notación algorítmica el resto r y el cociente q se denotan respectivamente por $a\,\mathbf{mod}\,b$ y $a\,\mathbf{div}\,b$. A partir del teorema de la división entera es fácil demostrar, para un número entero m cualquiera, la existencia de representaciones en una base B. Concretamente, se tiene:

Teorema 6.4.2 *Fijada una base $B \in \mathbb{N} - \{0, 1\}$, para todo $m \in \mathbb{N}$, $m > 0$, existe una única sucesión finita de enteros $a_n, a_{n-1}, \ldots, a_0$ tal que:*

$$m = a_n B^n + a_{n-1} B^{n-1} + \cdots + a_1 B + a_0, \qquad 0 \leq a_i < B, \quad a_n \neq 0.$$

A la secuencia $r(m, B) = a_n, a_{n-1}, \ldots, a_0$ se la llama *representación de m en la base B.*

Vista la existencia y unicidad de la representación de un número en una base, podemos considerar los siguientes problemas:

a) Dado un número m y una base B calcular su representación $r(m, B)$.

b) Dada una representación r y una base B calcular el número m representado.

El segundo problema es sencillo: si la representación es

$$r(m, B) = a_n, a_{n-1}, \ldots, a_0$$

el teorema 6.4.2 asegura que:

$$m = a_n B^n + a_{n-1} B^{n-1} + \cdots + a_1 B + a_0.$$

Transparencia para retroproyección

Extracto de Levy Díaz, Jordi (1995). *Linear Second-Order Unification.* Treball presentat durant el Workshop on Constructive Constraint Logic. Venécia, desembre de 1995.

```
\begin{slide}
\begin{center}
\textbf{Linear Second-Order Unification}
\begin{itemize}
\item Unary linear second-order unification is decidable if~$F$ is always
applied to the same term~$t$ \cite{decidability}
$$
a(F(b)) \stackrel{?}{=} F(a(b))
$$
\item Unary linear second-order unification is decidable for
\emph{stratified} terms \cite{stratified}
$$
f(X(g(Y(a))),g(X(Z(T))))
$$
\item Linear second-order unification is decidable if no free variable
occurs more than twice
\end{itemize}
\end{center}
\end{slide}
```

Linear Second-Order Unification

- Unary linear second-order unification is decidable if F is always applied to the same term t (Comon, 1993)

$$a(F(b)) \stackrel{?}{=} F(a(b))$$

- Unary linear second-order unification is decidable for *stratified* terms (Schmidt-Schauß, 1995)

$$f(X(g(Y(a))), g(X(Z(T))))$$

- Linear second-order unification is decidable if no free variable occurs more than twice

Carta

Extracto de Román Jiménez, J. A. (1997). Carta con fecha 25 de abril.

```
\documentclass[11pt,a4paper]{letter}
\usepackage[applemac]{inputenc}
\usepackage[T1]{fontenc}
\usepackage[spanish]{babel}
\pagestyle{empty}
\address{Escola Universitària Politècnica \\
  de Vilanova i la Geltrú \\
  Universitat Politècnica de Catalunya \\
  Av.\ Víctor Balaguer s/n \\
  08800 Vilanova i la Geltrú}
\signature{José Antonio Román Jiménez \\
  Subdirector de Estudios}
\date{Barcelona, \today}
\begin{document}

\begin{letter}{Gabriel Valiente Feruglio \\
  Departament de Llenguatges i Sistemes Informàtics \\
  Universitat Politècnica de Catalunya \\
  Mòdul C6, Campus Nord \\
  Jordi Girona Salgado, 1--3 \\
  08034 Barcelona}
\opening{Estimado colega:}

Me permito convocarte a la próxima reunión de coordinación de las
asignaturas \emph{Fundamentos de Informática} y \emph{Programación},
que será el día 8 de mayo, a las 17 horas, y tendrá lugar en el
despacho 153 del edificio A de la Escola Universitària Politècnica de
Vilanova i la Geltrú.

\closing{Bien atentamente,}
\cc{Secretaría del Departamento de Llenguatges i Sistemes Informàtics}
\encl{Orden del día}
\end{letter}

\end{document}
```

Escola Universitària Politècnica
de Vilanova i la Geltrú
Universitat Politècnica de Catalunya
Av. Víctor Balaguer s/n
08800 Vilanova i la Geltrú

Barcelona, 25 de abril de 1997

Gabriel Valiente Feruglio
Departament de Llenguatges i Sistemes Informàtics
Universitat Politècnica de Catalunya
Mòdul C6, Campus Nord
Jordi Girona Salgado, 1–3
08034 Barcelona

Estimado colega:

Me permito convocarte a la próxima reunión de coordinación de las asignaturas *Fundamentos de Informática* y *Programación*, que será el día 8 de mayo, a las 17 horas, y tendrá lugar en el despacho 153 del edificio A de la Escola Universitària Politècnica de Vilanova i la Geltrú.

Bien atentamente,

José Antonio Román Jiménez
Subdirector de Estudios

Copia a: Secretaría del Departamento de Llenguatges i Sistemes Informàtics

Adjunto: Orden del día

Capítulo 1

Composición de textos científicos

Estamos en las postrimerías del siglo XX. Muy atrás ha quedado el tiempo en que el autor escribía un manuscrito e iniciaba toda una serie de actividades en las cuales un grupo de personas de formación muy diversa tecleaban el manuscrito, revisaban su calidad lingüística, lo adaptaban a las convenciones propias de la editorial, componían el original y sacaban galeradas; introducían las correcciones hechas por el autor y lo sacaban compaginado; después lo revisaban y lo corregían, hacían la impresión definitiva y lo publicaban.

Los avances de la técnica han puesto al alcance del autor todo un abanico de posibilidades nuevas. Procesadores de textos, programas de autoedición, sistemas de tratamiento de textos científicos, correctores de ortografía, sistemas de gestión de referencias bibliográficas y herramientas de publicación electrónica en las redes globales de ordenadores son sólo algunas de las herramientas informáticas de que dispone el autor para escribir y publicar un trabajo científico.

La disponibilidad de estas herramientas informáticas ha modificado sustancialmente el papel del autor dentro del proceso editorial, ya que cada día más y más tareas que antes eran propias de la editorial son ahora responsabilidad del autor. La composición de originales electrónicos y la revisión y la corrección editorial, entre otras.

Esta nueva distribución de tareas tiene muchas ventajas para el autor, tales como una reducción del ciclo que va desde el diseño de un trabajo científico hasta la impresión final y la publicación, pero comporta algunos inconvenientes: principalmente que los autores tienen difícil acceso a estos medios informáticos y que han de ser no solamente autores sino también linotipistas, maquetistas, tipógrafos, revisores, correctores e impresores a la vez.

1.1 Forma y contenido de un trabajo científico

Haciendo una descripción muy breve y simplificada del proceso editorial tradicional, el contenido de un trabajo científico lo da el autor, mientras que la forma de un trabajo científico la da normalmente la editorial. Los maquetistas de la editorial desarrollan el formato o *layout*, y los linotipistas, en la imprenta, ponen el contenido dado por el autor en la forma establecida por los maquetistas, en la que resultará impreso el trabajo científico.

La nueva distribución de tareas y responsabilidades en el proceso editorial, sin embargo, ha desdibujado las distinciones tradicionales entre autores, maquetistas y linotipistas, hasta el punto que el autor resulta muchas veces responsable también de poner el contenido del trabajo científico en la forma dada por el formato, e incluso de desarrollar el formato mismo del trabajo científico acorde con unas líneas generales establecidas por la editorial.

Las nuevas tareas que ha de llevar a cabo el autor de un trabajo científico se traducen en necesidades adicionales de formación, que a veces ultrapasan el área de conocimiento propia del autor e invaden áreas tales como la tipografía, el diseño gráfico, la informática o las telecomunicaciones. En este sentido es preciso no perder de vista el objetivo del autor dentro del proceso editorial: éste no ha de convertirse en, por ejemplo, profesional de las artes gráficas para poder publicar los resultados de sus investigaciones.

Este libro pretende dar los elementos básicos para que un profesor o un investigador de cualquier área de conocimiento pueda poner el contenido de sus trabajos científicos en una forma apropiada a su publicación, tanto impresa como electrónica.

1.2 Qué es un trabajo científico?

Un trabajo científico se puede definir como un informe escrito y publicado donde se describen resultados originales de investigación. No todo escrito publicado, sin embargo, es un trabajo científico. Un trabajo científico se ha de escribir de una cierta manera y se ha de publicar de una cierta manera, según una tradición bien establecida de prácticas científicas y editoriales.

En cuanto a las prácticas científicas, éstas dependen mucho de la disciplina científica de que se trate. En líneas generales, sin embargo, tienen mucho que ver con la noción misma de ciencia como actividad predictiva, verificable empíricamente y acumulativa. Predictiva, porque ha de establecer predicciones claramente definidas bajo condiciones bien específicas; verificable empíricamente, porque las predicciones se han de poder comprobar mediante experimentos que todo aquel que disponga del equipamiento adecuado y que domine las técnicas necesarias pueda repetir; y acumulativa, porque los resultados de las teorías y los experimentos de una persona se han de precisar con un nivel de detalle tal que permita que otras personas elaboren teorías y realicen experimentos adicionales.

Volviendo a las prácticas científicas, en primer lugar, los resultados han de ser originales, es decir, se ha de tratar de la primera publicación de resultados de investigación del autor, salvo eventuales presentaciones orales de los mismos resultados hechas por los autores del trabajo en congresos, conferencias, simposios, etc.

En segundo lugar, un trabajo científico ha de presentar información suficiente para que otros puedan evaluar las predicciones y las observaciones, repetir los experimentos y evaluar tanto las conclusiones como los procesos intelectuales hechos por el autor. Por ejemplo, que las conclusiones no sean meras hipótesis especulativas sino verdaderos resultados científicos, justificados tanto por los datos observados como por los experimentos llevados a cabo.

En tercer lugar, la publicación del trabajo científico ha de tener un soporte físico que lo haga accesible a la comunidad científica. Tradicionalmente se consideran soportes físicos válidos para la publicación de trabajos científicos las revistas científicas y otros documentos impresos

que hayan sido sometidos a un proceso de revisión crítica, previa a la publicación, por parte de otros autores, a pesar de la tendencia actual a la publicación electrónica conjunta de los trabajos científicos, donde versiones electrónicas de los documentos impresos se ponen en las redes globales de ordenadores, al alcance de toda la comunidad científica.

No todo escrito publicado, sin embargo, sigue estas prácticas científicas y entonces no todas las publicaciones hechas por un profesor o un investigador son publicaciones científicas válidas. El resumen de un trabajo científico y una comunicación en un congreso no son considerados como publicaciones científicas válidas, a pesar que los trabajos presentados en algunos congresos son objeto de un proceso muy minucioso y selectivo de revisión crítica. Tradicionalmente las tesis doctorales tampoco son consideradas como publicaciones científicas válidas, ya que a pesar que hay un proceso de revisión crítica, a veces mucho más estricto que en el caso de una revista científica, la publicación de una tesis doctoral es un hecho de alcance relativamente local, circunscrito a la universidad donde tiene lugar su defensa. La tendencia actual a la publicación electrónica de tesis doctorales, sin embargo, acabará por cambiar esta situación. Las actas de congresos tampoco son, en general, publicaciones científicas válidas, ya que suelen recoger trabajos científicos publicados previamente. Sin embargo, muchas de las consideraciones hechas en este capítulo son fácilmente aplicables a estos otros tipos de publicaciones.

En cuanto a las prácticas editoriales, éstas varían mucho en función del soporte físico de la publicación. En el caso de publicaciones impresas, las editoriales normalmente proporcionan una colección de convenciones editoriales, en algunos casos en forma de libro de estilo, que cubre tanto aspectos tipográficos y de forma como aspectos de estilo y de organización del contenido.

En el caso de publicaciones electrónicas, sin embargo, no hay aún convenciones editoriales bien establecidas, salvo algunos casos en que las editoriales han desarrollado un conjunto de convenciones para la publicación electrónica, mediante los llamados *lenguajes de marcado estándar generalizados* (SGML). El caso más difundido actualmente, sin embargo, es el de la publicación de los trabajos científicos en las redes globales de ordenadores, mediante los llamados *lenguajes de marcado de hipertexto* (HTML).

1.3 Organización de un trabajo científico

Visto como trabajo escrito, un trabajo científico es un texto organizado para satisfacer las necesidades de una publicación científica válida, según los criterios desarrollados en el apartado 1.2. En este sentido, todo trabajo científico ha de presentar una organización tal que permita identificar rápidamente el problema tratado, el desarrollo del trabajo, los resultados obtenidos y las conclusiones que se deriven.

Los editores y las revistas científicas recomiendan diferentes sistemas de organización de los trabajos científicos que, a pesar de seguir un cierto orden lógico de presentación, se diferencian en les partes en que se divide el trabajo, según la disciplina científica de que se trate. El ANSI (*American National Standards Institute*) prescribe un sistema estándar llamado IMRAD, acrónimo inglés de las partes básicas en que se tendría que organizar un trabajo científico: Introducción, Métodos, Resultados y Discusión. La ISO (*International Organization for Standardization*), por su parte, también recomienda un sistema estándar para la organización de

los trabajos científicos. Lo que tienen en común todas estas normas y estándares, sin embargo, es que un trabajo científico ha de consistir en cuatro partes fundamentales: introducción, desarrollo, resultados y conclusiones.

El objetivo de la *introducción* es dar información suficiente para que el lector pueda entender y evaluar los resultados científicos sin necesidad de consultar publicaciones previas sobre el tema tratado. En este sentido, una buena introducción: (1) ha de definir con precisión el problema investigado; (2) ha de incluir una reseña crítica de la literatura pertinente, a fin de orientar el lector; (3) ha de establecer el método escogido para llevar a cabo la investigación y justificar la elección hecha; (4) ha de establecer los resultados principales de la investigación, así como las conclusiones que se desprenden de los resultados obtenidos. Estos cuatro elementos trazan, entonces, el camino lógico que lleva el lector desde el problema hacia su solución.

El *desarrollo*, por su parte, contribuye al hecho que el trabajo científico sea verificable empíricamente y acumulativo. El diseño del trabajo científico y su realización se han de describir detalladamente, de manera que los lectores puedan eventualmente reproducir el trabajo científico descrito. En el caso de un trabajo experimental se han de incluir, si es pertinente, las especificaciones técnicas exactas de todos los materiales empleados, así como la identificación precisa de todos los sujetos experimentales, etc. En el caso de un trabajo teórico, todos los resultados se han de demostrar a partir de premisas aceptadas por la comunidad científica.

Los *resultados* son el nuevo conocimiento por contribuir al mundo científico. Tanto los aspectos positivos como los aspectos negativos de los resultados son importantes, éstos últimos para evitar repetir resultados negativos en otras investigaciones. Es preciso tener presente, sin embargo, que se trata de resultados que se han de incluir en una publicación científica: las especulaciones pueden ser útiles en publicaciones preliminares —por ejemplo, en una primera comunicación en un congreso, para promover la discusión— pero no tienen nada que hacer en una publicación científica válida.

La finalidad de las *conclusiones* es dar una interpretación de los resultados obtenidos: su significado y su significación. Esta interpretación ha de presentar los principios fundamentales, las relaciones entre los datos observados, la correlación entre estas observaciones y otras observaciones similares, y las generalizaciones sugeridas por los resultados, y debe hacerse mención tanto de las implicaciones teóricas como de las posibles aplicaciones prácticas de los resultados científicos descritos.

Estas partes fundamentales de un trabajo científico se complementan con otros componentes. Así entonces, el esquema de organización de un trabajo científico es el siguiente:

1. título
2. autores
3. direcciones
4. resumen
5. palabras clave
6. introducción
7. desarrollo
8. resultados
9. conclusiones
10. agradecimientos
11. referencias bibliográficas

El título es quizás la parte más importante de todo el escrito de un trabajo científico. Por un lado, es la primera impresión (y, por lo tanto, la más fuerte) que recibe todo lector potencial del trabajo. Por otro lado, es posible que muchos de estos lectores potenciales, de todo el trabajo científico, lean sólo el título. Es por esto que se ha de tener mucho cuidado en el momento de escoger las palabras del título, así como el orden y la asociación entre estas palabras. De hecho, el título se lee también en la tabla de contenidos y en la cabecera de las páginas de la publicación, en los índices de los servicios de consulta bibliográfica, etc.

Se puede definir un buen título como aquel que describe el contenido del trabajo científico con la menor cantidad de palabras posible. Un título como *Estudios sobre el alfabeto catalán* no resulta demasiado útil para descifrar el posible contenido del trabajo (¿es el estudio lingüístico, sociolingüístico, ortográfico o tipográfico?), mientras que *Contribuciones al estudio de la influencia de la geminación en la evolución de las grafías del alfabeto catalán* podría ser más bien el resumen de todo el trabajo científico.

Los autores de un trabajo científico son aquellas personas que han contribuido activamente al diseño y a la realización del trabajo, o que han aportado ideas importantes. Como autores, son los responsables intelectuales de los resultados científicos que se describen, y no necesariamente los responsables de los autores reales dentro de la jerarquía de la institución donde se ha llevado a cabo el trabajo científico: ningún colega habría de pedir ni de permitir la inclusión de su nombre en un trabajo científico en el cual no hubiese participado de forma directa y activa.

Cuanto al orden en que se han de presentar los nombres y apellidos de los autores, la práctica editorial científica es de lo más diversa. Una de las formas más comunes de presentarlos consiste en hacer una enumeración, o bien comenzando por los científicos más directamente relacionados con el trabajo, o bien al revés: el autor principal es, en este caso, el último de la lista, como suele pasar también en un discurso o en algunos conciertos. Una alternativa más razonable consiste en listar los autores por orden alfabético de apellidos y es, de hecho, una de las formas más usadas en la actualidad.

En todo caso, es preciso tener presente que, fuera de España, muy pocos editores saben distinguir entre un nombre y un apellido de raíz latina. En los EEUU y en Alemania, por ejemplo, Gabriel Valiente Feruglio ha sido malentendido más de una vez como Gabriel V. Feruglio. Este problema se puede resolver poniendo un guión entre los dos apellidos, o entre los nombres en el caso de un nombre compuesto, como por ejemplo Gabriel Valiente-Feruglio o Joan-Antoni Mesquida.

Los nombres de los autores han de ir acompañados de sus direcciones, tanto postales como electrónicas, a fin de poder identificarlos correctamente y para que los lectores se puedan dirigir a ellos, por ejemplo, para pedirles información adicional o para hacerles comentarios.

El resumen es una versión reducida de todo el trabajo científico, un breve compendio de cada una de sus partes fundamentales: introducción, desarrollo, resultados y conclusiones. El objetivo del resumen es permitir a los lectores identificar rápidamente el contenido básico del trabajo científico y determinar la relevancia para sus intereses, para que entonces puedan decidir si realmente necesiten leer el resto del trabajo.

Una manera más rápida aún de identificar el contenido del trabajo científico es mediante una serie de etiquetas o palabras clave. Las palabras clave son también de gran utilidad cuando

se emplea un servicio de consulta bibliográfica. En este sentido, resulta conveniente disponer de una taxonomía de palabras clave estándar. El esquema de clasificación de materias de la UNESCO da una taxonomía general, mientras que en ciertas áreas de conocimiento hay taxonomías de palabras clave de uso generalizado, como por ejemplo el esquema de la ACM (*Association for Computing Machinery*) para las ciencias de la computación.

Los agradecimientos es el lugar del trabajo científico destinado a reconocer cualquier asistencia significativa por parte de otras personas, así como eventuales ayudas económicas recibidas (proyectos de investigación, contratos, becas, etc.) de carácter externo a la institución donde ha sido desarrollado el trabajo científico. Cada vez con más frecuencia, sin embargo, se reconoce la falta de ayudas económicas.

Finalmente, todas las referencias hechas de otros trabajos científicos publicados se han de acompañar de datos bibliográficos completos, que permitan a los lectores identificar y eventualmente encontrar los trabajos científicos correspondientes. Los diferentes estilos en que se han de presentar estas referencias bibliográficas, según el tipo de publicación científica de que se trate, se explican en el capítulo 7.

Capítulo 2

Preparación electrónica de originales

En el ciclo tradicional de escritura y publicación de un trabajo científico —preparación del manuscrito, mecanografiado, envío, corrección de las pruebas de imprenta, etc.— suelen intervenir diferentes personas que interactúan con el autor, bien directamente, bien a través de los editores de la publicación: linotipistas, revisores, correctores, maquetistas, tipógrafos e impresores son los principales. Los problemas de comunicación que surgen de esta interacción entre profesionales tan diversos son muy variados; por ejemplo, los problemas de comunicación entre el autor y el corrector de pruebas han llevado a la necesidad de acordar un esquema estándar de signos de corrección tipográfica.

Muchos de estos problemas desaparecen cuando el autor prepara originales electrónicos. Un original electrónico es un original preparado con medios electrónicos (normalmente un ordenador o, mejor dicho, un programa de tratamiento de textos) y enviado directamente al editor (normalmente a través de una red de telecomunicaciones, aunque el envío sobre un soporte magnético también se suele considerar como una forma de envío electrónico). La preparación electrónica y el envío electrónico de originales, además de reducir los problemas de comunicación entre el autor y el editor, reducen el ciclo que va desde el diseño del trabajo científico hasta la impresión final y la publicación: el original no se vuelve a mecanografiar en la editorial; las correcciones no se indican en el texto mediante signos de corrección tipográfica sino que se hacen directamente sobre el original electrónico; el acceso al original por parte de revisores y correctores es prácticamente instantaneo. En el caso de un trabajo científico, esto puede significar una reducción de un orden de magnitud en la duración del ciclo de escritura y publicación: unas cuantas semanas en lugar de unos cuantos meses o incluso de años.

Es preciso decir, sin embargo, que las pruebas de imprenta son necesarias cuando los autores escriben en una lengua no materna, dado que los correctores desconocen lo que pretenden expresar los autores.

2.1 Programas de composición visual

La mayoría de los programas de tratamiento de textos son *de composición visual* o WYSIWYG (*What You See Is What You Get*): lo que el autor escribe y ve en la pantalla del ordenador es aproximadamente lo que saldrá impreso.

Estos programas de composición visual son muy fáciles de aprender a usar. Por ejemplo, para poner una palabra en cursiva basta hacer un doble clic con el ratón sobre la palabra y apretar un botón de un menú de opciones. Ahora bien, ¿cuándo se han de usar letras cursivas? Esta y muchas cuestiones similares son tarea de los tipógrafos; desde el punto de vista del autor de un trabajo científico es la estructura del trabajo y la función de cada parte del escrito lo que cuenta. Es decir, cuestiones de contenido y no cuestiones de presentación del trabajo escrito. La cursiva es útil, entre otras funciones, para dar énfasis a una palabra o a una expresión que se quiere destacar, pero sólo cuando el contexto que la circunda está escrito con letras redondas; de otro modo, las soluciones tipográficas varían según el contexto de las palabras que se quieren destacar.

Es preciso mantener así la distinción entre las necesidades del autor y la manera de satisfacerlas: se trata de acercar las herramientas informáticas a los autores, para evitar que éstos tengan que convertirse en tipógrafos. El autor no tendría que necesitar saber cómo se hace para destacar una palabra usando un programa de tratamiento de textos, sino que debería poder indicar de alguna manera qué es lo que quiere hacer (destacar una palabra) para que el programa de tratamiento de textos adoptase una solución tipográfica adecuada (poner la palabra en redonda si el contexto está en letra cursiva y corregir el espaciado, agregando un espacio fino delante de la palabra en redonda). De la misma forma, el autor de un trabajo científico no debería necesitar saber cómo se hace para componer el resumen del trabajo (la familia, el tipo, el interlineado, la anchura de la caja, el estilo, la situación, etc.) sino que debería bastar con indicar el inicio y el final del resumen para que el programa de tratamiento de textos lo compusiese (por ejemplo: Computer Modern Roman, 11/13, a 24 cíceros, cursiva, centrado, los párrafos entrados 1 cuadratín).

Desafortunadamente, los programas de composición visual no permiten indicar el estilo en que se quiere componer cada una de las partes de un trabajo científico, y tampoco dan soporte a la indicación de la estructura del trabajo: las partes componentes, la división del trabajo científico en apartados, la situación del resumen y de la lista de referencies bibliográficas, etc.

2.2 Procesadores de textos científicos

En cuanto a la escritura científica, estas carencias de los programas de composición visual se agravan por el hecho que la escritura científica necesita no sólo caracteres de texto y mecanismos sencillos para indicar el estilo de cada una de las partes de un escrito, sino también muchos caracteres especiales, mecanismos para escribir fórmulas matemáticas complejas, para componer tablas, para incluir referencias bibliográficas, etc. En conjunto, esto ha llevado al desarrollo de los llamados sistemas de composición lógica.

Con estos sistemas de tratamiento de textos científicos, el autor no necesariamente ha de

indicar cómo quiere hacer un texto sino que más bien indica qué es lo que quiere hacer con el texto, y el sistema se encarga de hacerlo. Estos sistemas también se llaman *sistemas de marcado*, porque la manera de indicar qué se quiere hacer es mediante la escritura de ciertas *marcas* dentro del texto del trabajo científico. Por ejemplo, `\énfasis{ciencia}` es una marca de énfasis que afecta la palabra ciencia y que un sistema de composición lógica puede interpretar enfatizando la palabra de la manera más conveniente según el contexto.

Los primeros sistemas de composición lógica fueron desarrollados al principio de los años setenta, pero no es hasta los años ochenta que estos sistemas ganaron gran difusión dentro del mundo académico, gracias al aporte de D. Knuth, un informático de renombre que diseñó un sistema de composición lógica, el TEX, que se ha convertido en el más habitual para el tratamiento de textos científicos, al menos entre matemáticos, físicos e informáticos. El sistema TEX permite indicar las características tipográficas del trabajo científico mediante un conjunto básico de unas novecientas marcas (*macros*, en lenguaje informático) predefinidas, al mismo tiempo que incluye un lenguaje de programación que permite definir nuevas macros, y se caracteriza por la gran calidad del trabajo impreso, calidad que puede competir con la de los trabajos impresos por las principales editoriales científicas del mundo. De hecho, la motivación original de D. Knuth para desarrollar el sistema TEX fue su descontento con la calidad con la que una de las editoriales científicas más importantes de los EEUU componía sus libros de texto, llenos de fórmulas matemáticas.

Si bien el TEX da soporte a la indicación de muchas cuestiones tipográficas de manera abstracta, no da soporte directo a la indicación de la estructura del trabajo científico. L. Lamport, un discípulo de D. Knuth, ha desarrollado, por ello, una extensión del TEX, llamada LATEX, donde se incluyen definiciones de la estructura de los principales tipos de trabajos científicos —artículos, libros, reportes de investigación y transparencias—, como también facilidades para programar otros tipos de estructuras. Por ejemplo, la estructura básica de un artículo científico mediante el sistema LATEX se podría escribir:

```
\documentclass[a4paper]{article}
\title{título}
\author{autores y direcciones}
\begin{document}
\maketitle
\begin{abstract} Resumen
\end{abstract}
\keywords{palabras clave}
\section{Introducción} Introducción
\section{Desarrollo} Desarrollo
\section{Resultados} Resultados
\section{Conclusiones} Conclusiones
\section*{Agradecimientos} Agradecimientos
\bibliographystyle{plain}
\bibliography{base de datos bibliográficos}
\end{document}
```

Así, el autor sólo debe indicar el inicio de la parte introductoria del trabajo científico mediante la macro `\section{Introducción}`; el sistema LaTeX se encarga de tomar las decisiones tipográficas necesarias para componer la introducción de un trabajo científico de estilo artículo. Además de los estilos básicos para escribir trabajos científicos, hay actualmente centenares de estilos complementarios, que muchas veces han sido desarrollados por los mismos usuarios —los autores— y que responden a les necesidades de diversas disciplinas científicas: estilos para componer los diagramas rectangulares o *conmutativos* empleados en muchas ramas de las matemáticas; para componer todo tipo de grafos, diagramas de barras y diagramas de pastel; estilos para componer los diagramas de Feynman empleados en física teórica; para componer diagramas esquemáticos de circuitos electrónicos; estilos para componer fórmulas químicas; estilos para adaptar el sistema LaTeX a les convenciones ortográficas y tipográficas propias del idioma en que se escribe el trabajo científico; estilos para definir o programar nuevos estilos; etc.

La ventaja del sistema LaTeX es clara: siempre que se disponga de los estilos necesarios o de personas que puedan programar estos estilos, los autores pueden dedicarse a escribir el contenido de sus trabajos científicos sin tener que preocuparse ni de ocuparse de cuestiones de forma de presentación de los trabajos. El inconveniente principal es que los autores deben aprender estos sistemas de composición lógica y se deben acostumbrar a su filosofía de uso. Sin embargo, los programas de composición visual también se deben aprender a usar, tanto o más que los sistemas de composición lógica.

Dada la gran difusión actual de estos sistemas de tratamiento de textos científicos, se puede decir que aprenderlos representa una inversión para el presente y para el futuro de un profesor o de un investigador. Este aprendizaje se suele iniciar ante la necesidad de escribir una tesina o una tesis doctoral.

2.3 Rudimentos de tipografía

Desde el punto de vista del autor de un trabajo científico, es la estructura y el contenido del trabajo lo que cuenta, y no las cuestiones de forma y de presentación del trabajo escrito. Esta consideración no deja de ser aún una expresión de deseo. Es cierto que las editoriales científicas más responsables facilitan a los autores las definiciones de estilo necesarias para la preparación electrónica de originales. Algunas editoriales científicas suministran, por medios electrónicos, estilos diseñados y programados para la composición de trabajos científicos con el sistema LaTeX, como por ejemplo Springer-Verlag, Elsevier Science, Kluwer Academic Publishers y Birkhäuser Verlag, así como también algunas asociaciones profesionales: la ACM (*Association for Computing Machinery*), la AMS (*American Mathematical Society*), la APA (*American Psychology Association*), la AAS (*American Astronomical Society*), el IEEE (*Institute of Electrical and Electronic Engineers*), el TUG (*TeX Users Group*), la SCM (*Societat Catalana de Matemàtiques*), etc.

Muy a menudo, sin embargo, el autor de un trabajo científico recibe una recopilación de convenciones tipográficas propias de la editorial y desde aquel momento es el único responsable de poner el contenido de su trabajo científico en la forma establecida por las especificaciones

editoriales. Estas especificaciones no siempre resultan comprensibles ni fáciles de implementar; para las contribuciones a los anales de la duodécima edición de un congreso internacional, los editores pedían recientemente el uso de letras de familia Times y de cuerpo 13, un tamaño de letra realmente difícil de encontrar en ninguna familia de tipos: los cuerpos estándar más usuales son 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20 y 24. En estos casos, el autor tiene dos caminos posibles para seguir: si usa un programa de composición visual, debe seleccionar una por una las diferentes partes que componen el trabajo científico y debe aplicarles los cambios tipográficos necesarios; si usa un sistema de composición lógica, como por ejemplo el LaTeX, debe desarrollar —programar— un estilo de acuerdo con las instrucciones de estilo dadas por la editorial, o bien debe adaptar alguno de los estilos de que dispone. En todo caso, el autor debe conocer al menos la terminología básica de la tipografía y de les artes gráficas en general, a fin de poder interpretar las instrucciones de estilo de la editorial.

Las medidas tipográficas

Antiguamente, cada maestro impresor tenía su medida tipográfica propia, hasta que el francés Pierre-Simon Fournier (1712–1768) creó una unidad estándar, el cícero, que equivalía a once puntos tipográficos, y así estableció la primera escala de medida tipográfica. Otro francés, François-Ambroise Didot (1730–1804), perfeccionó este sistema, ajustándolo al sistema duodecimal —la docena era una de las maneras de contar más corrientes entonces, antes de la introducción del sistema métrico decimal. Desde entonces, un cícero o *cícero Didot* equivale a doce puntos tipográficos, cada uno de los cuales equivale a 1/144 de la pulgada francesa, es decir, aproximadamente 0,376 milímetros.

El sistema Didot se usa en muchos países de Europa y en aquellos países que reciben o recibieron su influencia. En el mundo anglosajón y en Holanda, sin embargo, es más usual otro sistema de medida tipográfica, el sistema pica, basado en el sistema métrico inglés y que tiene por unidad de medida la pica. Una pica también equivale a doce puntos tipográficos, pero un punto equivale ahora a 1/72 de la pulgada inglesa, es decir, 0,351 milímetros, aproximadamente. El punto del sistema pica recibe el nombre de *punto pica*, para diferenciarlo del llamado *punto Didot* o punto tipográfico en el sistema Didot.

Aparte de estas unidades absolutas, existe una unidad de medida tipográfica que es relativa al cuerpo: el cuadratín. Un cuadratín de un cierto cuerpo equivale al tamaño o anchura (número de puntos) del cuerpo y sirve para medir aquellos espacios que son proporcionales a las dimensiones de los caracteres usados en cada caso, sobre todo para los espacios blancos que van en el interior de la línea.

Todas estas unidades de medida tipográfica sirven para dar tanto las dimensiones de la página impresa (anchura de la caja) como la medida de los caracteres de imprenta (cuerpo) y la separación entre las líneas (interlineado). Es preciso decir, sin embargo, que las herramientas informáticas de tratamiento de textos científicos actuales pueden trabajar indistintamente con cualquiera de estos sistemas de medida tipográfica. Los sistemas TeX y LaTeX, por ejemplo, entienden, entre otras, las unidades de medida tipográfica siguientes: punto Didot, cícero, punto pica, pica, centímetro, milímetro y pulgada inglesa.

En cuanto a las dimensiones de la página impresa, los parámetros más importantes son

aquellos que determinan el tamaño de la caja, la situación de la caja dentro de la página y la situación de los párrafos dentro de la caja.

La caja es la zona impresa, normalmente rectangular, de la página. Algunos de los parámetros más importantes que tienen relación con la caja son: la anchura de la caja (es decir, la longitud de les líneas), la altura de la caja (es decir, el número de líneas por página) y los márgenes superior e izquierdo (que determinan la situación de la caja dentro de la página).

Respecto a la situación de los párrafos dentro de la caja, el parámetro básico es la medida del sangrado del párrafo. El sangrado de un párrafo sirve para indicar que el párrafo no es la continuación del párrafo anterior. Aparte del sangrado, existen cuatro maneras básicas de alinear horizontalmente los párrafos dentro de la anchura de la caja: contra el margen izquierdo; contra el margen derecho; centrados; y justificados (alineados contra los dos márgenes). Cada una de estas formas de alineación implica una distribución diferente del espaciado entre las palabras de las líneas de un párrafo, conjuntamente con la separación de palabras en sílabas.

La alineación de los párrafos y la separación en sílabas son automáticas, tanto en los programas de composición visual como en los sistemas de composición lógica. Las dimensiones de la página impresa, sin embargo, se deben especificar en ambos casos. De todas maneras, el sistema LaTeX incluye definiciones para los formatos de papel más usuales: DIN A4, DIN A5 y carta (este último muy empleado en los EEUU). Asimismo, se puede adaptar fácilmente a cualquier otra caja mediante una serie de macros: `\textwidth` (anchura de la caja), `\textheight` (altura de la caja), `\topmargin` (margen superior), `\oddsidemargin` (margen izquierdo de páginas impares), `\evensidemargin` (margen izquierdo de páginas pares), `\parindent` (sangrado de párrafo), etc.

Las pólizas de caracteres de imprenta

Antiguamente los caracteres de imprenta se distinguían por el nombre del maestro impresor que los había grabado o por el título de la primera obra que estampaba con ellos, mientras que actualmente se los distingue por la familia, el cuerpo y el estilo.

En la época de la tipografía de plomo, las fundiciones tipográficas suministraban los caracteres de imprenta a los impresores por pólizas —surtidos de caracteres de un cuerpo y estilo determinado de una familia tipográfica—, mientras que, actualmente, el conjunto de caracteres tipográficos que componen cada uno de los estilos de una familia en un cuerpo determinado se llama indistintamente póliza o fuente.

Los diferentes tipos de caracteres de imprenta se suelen agrupar en familias. Los miembros de una familia tipográfica tienen principios de diseño comunes, sobre todo por lo que respecta al dibujo de las letras. Las familias tipográficas se designan por el nombre del fundidor o del autor del dibujo de la letra (Garamond, Caslon, Baskerville, Bodoni, Zapf), por el nombre del impresor que encargó su diseño (Elzevier), por el nombre de la primera obra impresa con la familia (Bembo, Centaur, Century), o bien por el nombre atribuido por la empresa que las comercializa (Berthold Baskerville Book, ITC Galliard, Linotype Melior, Monotype Dante), a pesar que algunas denominaciones responden a razones históricas (Textura, Fraktur, Futura, Palatine, Roman).

El tamaño de los caracteres se llama cuerpo y se expresa normalmente como número entero

de puntos tipográficos. El cuerpo y el interlineado se suelen indicar conjuntamente: 12/14 quiere decir caracteres de doce puntos de altura e interlineados a catorce puntos. En el mundo de los sistemas de composición lógica, sin embargo, el sistema TEX va acompañado de un sistema para diseñar pólizas, llamado METAFONT, que permite generar (*fundir* electrónicamente) pólizas de cuerpos que no son números enteros sino números enteros multiplicados por potencias de 1,2 (es decir: 1,2; 1,44; 1,728; etc. veces un número entero). Esto permite mejorar la calidad final de un trabajo científico cuando se combina la impresión con la reducción fotográfica: para publicar un trabajo en papel de formato DIN A5 a partir de un original en formato DIN A4, se puede imprimir antes un original ampliado, usando pólizas de cuerpo 1,44 vecees el cuerpo final deseado. La reducción fotográfica de un original de calidad normal (la resolución típica de una impresora láser es 300 puntos por pulgada) da así una calidad bastante más alta (432 puntos por pulgada) gracias al hecho que 1,44 es aproximadamente igual al factor de reducción del tamaño DIN A4 al tamaño DIN A5.

El estilo hace referencia a la variedad tipográfica que se adopta para conseguir un cierto efecto sobre una parte del escrito, normalmente para enfatizar de o resaltar una palabra, una frase o un párrafo. Los estilos más usuales son los que afectan o bien la figura de les letras (redonda: letras verticales, o cursiva: letras oblicuas), o bien el grosor del trazo (normal: con el grosor del trazo normal, o negrita: con el grosor del trazo aumentado). Cada uno de estos estilos implica un cambio de póliza de caracteres, de interlineado y, a veces, también una corrección del espaciado entre las palabras, los signos de puntuación y las fórmulas matemáticas.

Cabe decir que los programas de composición visual sólo cambian de póliza de caracteres y, a veces, también de interlineado cuando se efectúa un cambio de estilo en el trabajo científico, mientras que los sistemas de composición lógica también corrigen adecuadamente el espaciado. De hecho, el sistema LATEX incorpora el llamado NFSS (*New Font Selection Scheme*), un esquema que clasifica las pólizas en función de tres parámetros: la *forma* o figura de les letras (redonda, cursiva, redonda inclinada, versalita), la *serie* o grosor del trazo (normal, negrita) y la *familia* (romana, lineal, mecanográfica), la que no se ha de confundir con la familia tipográfica.

Este esquema no incorpora ningún parámetro para la familia tipográfica porque tanto con el sistema TEX como con el sistema LATEX se suelen usar pólizas de una misma familia tipográfica, normalmente la *Computer Modern*, diseñada per D. Knuth sobre la base de la familia Modern 8A de la fundición Monotype, o también la *Lucida Bright*, diseñada por Charles Bigelow y Kris Holmes. Ambas son familias tipográficas que consiguen la armonización de las fuentes de caracteres de texto con las fuentes de símbolos matemáticos, requisito éste que es esencial para la tipografía científica.

Capítulo 3

Introducción al LaTeX

A diferencia de los programas de composición visual, en los cuales la escritura, la composición, la visualización y la impresión de un documento se encuentran integradas en un único programa informático, en los sistemas de tratamiento de textos científicos estas tareas son realizadas por diferentes componentes. El LaTeX es, en este sentido, el componente que se encarga de la composición tipográfica de los documentos, mientras que un programa *editor* se ocupa de la escritura del documento, un traductor gráfico de pantalla permite la visualización o salida por pantalla, y un traductor gráfico de impresora permite la impresión o salida impresa del documento.

3.1 El proceso de escritura, compilación, visualización e impresión

Un documento LaTeX no es, en principio, más que un fichero de texto, es decir, un fichero que sólo contiene caracteres ASCII. Los caracteres ASCII usados para escribir ficheros de texto son los siguientes:

```
   !  "  #  $  %  &  '  (  )  *  +  ,  -  .  /
0  1  2  3  4  5  6  7  8  9  :  ;  <  =  >  ?
   A  B  C  D  E  F  G  H  I  J  K  L  M  N  O
P  Q  R  S  T  U  V  W  X  Y  Z  [  \  ]  ^  _
`  a  b  c  d  e  f  g  h  i  j  k  l  m  n  o
p  q  r  s  t  u  v  w  x  y  z  {  |  }  ~
```

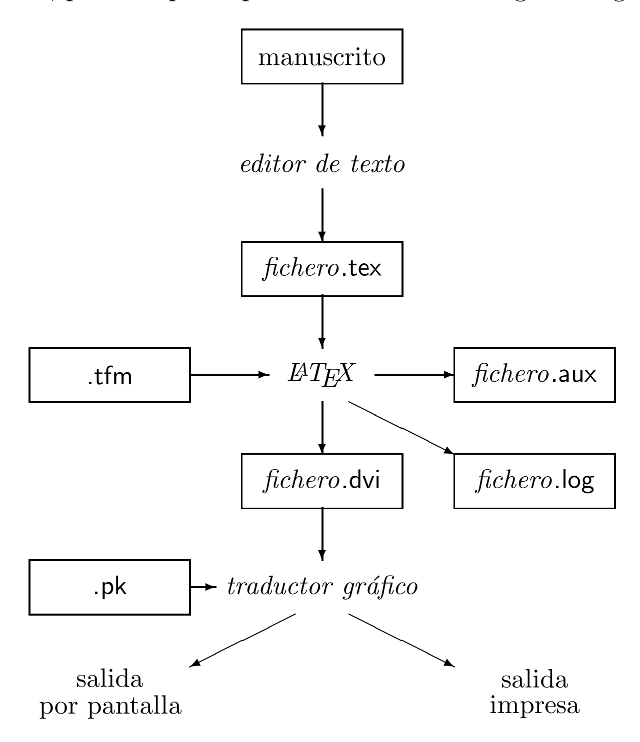
Esto quiere decir que prácticamente qualquier programa *editor* o procesador de textos sirve para escribir un documento LaTeX. Estos ficheros son los originales electrónicos que sirven de entrada a un proceso de composición, y normalmente tienen la extensión `.tex`.

Como resultado del proceso de composición o *compilación* mediante el sistema LaTeX, se obtiene un fichero con el mismo nombre que el fichero fuente pero con extensión `.dvi`, el cual se puede visualizar o imprimir con la ayuda de traductores gráficos apropiados. Además, durante

este proceso de composición se producen dos ficheros adicionales, ambos con el mismo nombre que el fichero fuente pero con extensiones .aux y .log. El fichero con extensión .aux contiene información sobre las etiquetas que usa el LaTeX para producir referencias cruzadas, mientras que el fichero con extensión .log contiene todos los mensajes que salen en la pantalla durante el proceso de composición, además de otras informaciones que pueden ser de utilidad para corregir errores eventuales evidenciados durante la composición del documento.

Aparte de estos dos ficheros adicionales, la generación de índices, listas de tablas y de figuras, como también de referencias bibliográficas, origina la producción de otros ficheros auxiliares.

Este proceso de escritura y composición se completa con la visualización y la impresión eventual del documento, proceso que se puede resumir en el diagrama siguiente:



También participan del proceso de escritura, compilación, visualización e impresión una serie de ficheros con extensión .tfm y .pk. Los ficheros con extensión .tfm (*TeX font metric*) o maletas de pólizas, en los ordenadores Macintosh, contienen información sobre el tamaño de los caracteres de las diferentes pólizas, información que permite al LaTeX hacer una composición precisa del documento.

Los ficheros con extensión .pk (*packed raster*) o pólizas, en los ordenadores Macintosh, contienen *mapas de bits* de los caracteres de las diferentes pólizas. Estos mapas de bits son los que hacen posible la traducción gráfica y la visualización y la impresión del documento.

Cabe decir, sin embargo, que el uso de pólizas PostScript, las cuales contienen descripciones matemáticas de los contornos de los caracteres, en lugar de pólizas .pk, es cada día más frecuente.

3.2 Macros, declaraciones, entornos y definiciones

Dado que el LATEX es un sistema de marcado, todo documento LATEX contiene una serie de *marcas* (*macros*, en inglés) dentro del texto mismo del documento. Estas macros permiten especificar gran variedad de aspectos que definen la forma de presentación del documento, desde consideraciones ortográficas y tipográficas sencillas hasta la estructura de todo el documento.

Prácticamente todas las macros del sistema LATEX se escriben con caracteres ASCII y comienzan con una barra invertida (\). Hay cerca de un millar de macros estándares, pero el autor de un documento LATEX también puede definir nuevas macros. Por ejemplo, la macro estándar `\textbf{`*texto*`}` compone su argumento *texto* en negrita. Uno de los usos de la negrita podría ser para resaltar una palabra. Entonces el autor puede definir una nueva macro, `\resalte`, que produce el mismo efecto que la macro `\textbf`.

La definición de la nueva macro `\resalte` se hace mediante una macro estándar del LATEX, `\newcommand`:

```
\newcommand{\resalte}[1]{\textbf{#1}}
```

donde `[1]` indica que la macro `\resalte` tiene un argumento y `\textbf{#1}` indica que el argumento número 1 o primero (y, en este caso, el único) `#1` se ha de componer con negrita. Una vez hecha esta definición, se puede escribir `\resalte{palabra}` dentro del texto del documento para obtener **palabra** como resultado.

La ventaja de introducir nuevas macros dentro de un documento LATEX es que éstas permiten definir nombres más comprensibles para el autor, pero también modificar de una manera fácil y rápida el efecto de una misma macro en todo el documento LATEX. Por ejemplo, cuando el autor descubre que el resalte de una palabra se ha de hacer con letras de forma vertical si el contexto es de letras de forma cursiva, pero con letras cursivas si el contexto es de letras verticales, es decir, precisamente lo que hace la macro estándar `\emph`, sólo ha de cambiar la definición de la macro `\resalte` por la nueva definición

```
\newcommand{\resalte}[1]{\emph{#1}}
```

para que este cambio se extienda a todo el documento, es decir, a todas y cada una de las partes del documento LATEX en que se había resaltado una palabra mediante la macro `\resalte`.

Es, por ello, una práctica muy aconsejable definir en el preámbulo del documento macros para los efectos tipográficos principales que se han de aplicar al texto del documento, incluso cuando éstas no son nada más que sinónimos de macros estándares del LATEX.

La forma general de la macro `\newcommand` es

`\newcommand{\`*macro*`}[`*n*`]{`*definición*`}`

donde n es el número de argumentos o *parámetros* de la macro (9 como máximo) y *definición* puede usar los n parámetros $\#1, \#2, \ldots, \#n$.

La activación de una macro `\newcommand` da un error del LATEX si la macro que se define ya había sido definida, o si se trata de una de las macros predefinidas del LATEX. En estos casos, es posible modificar la definición de la macro existente mediante la macro

```
\renewcommand
```

En general, sin embargo, no es aconsejable cambiar la definición de una macro predefinida del LaTeX, salvo que se conozca su funcionalidad con todo detalle y que se sepa exactamente qué uso se ha hecho en el documento LaTeX y también qué uso se quiere hacer. Resulta conveniente, entonces, cambiar el nombre de la macro por otro nombre que aún no haya sido definido.

Las macros del LaTeX pueden afectar tanto la totalidad del texto del documento como un párrafo, una palabra o, incluso, sólo un carácter. Así, se necesita entonces un mecanismo para indicar el ámbito de actuación de cada macro introducida en el documento.

El mecanismo básico para indicar el ámbito de una macro es la agrupación entre llaves: `{`*texto*`}`. Por ejemplo, la macro `\emph` sirve para dar énfasis a una parte relativamente pequeña del documento, tal como unas pocas palabras, componiéndolas con letras cursivas si su contexto son letras redondas y componiéndolas con letras redondas dentro de un contexto de letras cursivas. Así, `\emph palabra` da énfasis sólo al primer carácter de *p*alabra, mientras que `\emph{palabra}` produce *palabra*.

Otro mecanismo para indicar el ámbito de una macro es el uso de macros de inicio y de fin, los llamados *entornos* del LaTeX. Por ejemplo, `\begin{center}` *párrafo* `\end{center}` es un entorno que permite alinear horizontalmente el texto del párrafo incluido en el entorno, centrándolo dentro de la anchura de la caja del documento.

Finalmente, hay ciertas macros del LaTeX, llamadas *declaraciones*, que tienen un efecto global en el documento, como por ejemplo `\em`, a pesar que su efecto es local si se incluyen dentro de un grupo de llaves o dentro de un entorno.

Toda declaración tiene asociado un entorno correspondiente, el cual lleva el mismo nombre que la declaración pero sin la barra invertida. Así, la declaración

`{\em` *texto*`}`

es equivalente al entorno

`\begin{em}` *texto* `\end{em}`

El hecho de escribir entornos en lugar de declaraciones puede dar como resultado un original electrónico más fácil de leer, revisar y corregir, sobre todo cuando el *texto* de la declaración es bastante largo, ya que suele ser más fácil encontrar los delimitadores de un entorno que las llaves que delimitan el ámbito de una declaración.

3.3 La estructura de un documento

Todo documento LaTeX consiste en dos partes bien diferenciadas: el *preámbulo* y el *cuerpo*.

El preámbulo es una colección de macros que encabezan el documento, determinan su aspecto general e influyen en su estilo. En particular, una de estas macros determina la clase de documento de que se trata, como por ejemplo un artículo, un libro, un reporte de investigación, etc.

El cuerpo es el contenido del documento. Es decir, el texto del documento conjuntamente con todas aquellas macros adicionales que resultan necesarias para su composición.

El preámbulo de un documento comienza con la macro

`\documentclass[`*opciones*`]{`*clase*`}`

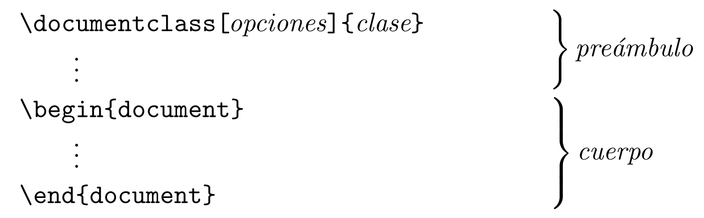
mientras que el cuerpo comienza con la macro

`\begin{document}`

y acaba con la macro

`\end{document}`

Todo lo comprendido entre la macro `\documentclass` y la macro `\begin{document}` constituye el preámbulo. Es decir, la estructura de un documento LaTeX es la indicada en el diagrama siguiente:



El LaTeX simplemente ignora todo lo que haya después de la macro `\end{document}`.

Para facilitar la lectura del documento compuesto resulta conveniente dividir el cuerpo del documento en capítulos, apartados y subapartados, de acuerdo con la estructura lógica de su contenido. La división del contenido del documento en unidades estructurales se hace mediante macros del LaTeX, las cuales varían en función de la clase de documento de que se trata. Las clases estándares de documentos LaTeX son: article, report, book, letter y slides (véase el apartado 3.4). En el caso de los documentos de clase article, las macros de división en capítulos y apartados son:

`\section{`*texto*`}`	Abre un apartado que lleva por título *texto*.
`\subsection{`*texto*`}`	Abre un subapartado que lleva por título *texto*.
`\subsubsection{`*texto*`}`	Abre un subsubapartado que lleva por título *texto*.
`\paragraph{`*texto*`}`	Compone un párrafo que lleva por título *texto*.
`\subparagraph{`*texto*`}`	Compone un subpárrafo que lleva por título *texto*.
`\appendix`	Establece la numeración de apartados con letras en lugar de números, para escribir un apéndice.

El LaTeX selecciona automáticamente el estilo y el cuerpo de la fuente para componer el título de los apartados y subapartados, además de introducir el espaciado necesario entre el título y el resto del texto, como también el espaciado entre los apartados y los subapartados sucesivos.

En el caso de los documentos de clase report y book, hay dos macros adicionales:

`\part{`*texto*`}`	Abre una parte que lleva por título *texto*.
`\chapter{`*texto*`}`	Abre un capítulo que lleva por título *texto*.

Los documentos de clase letter y slides no admiten ninguna de estas macros de división en capítulos y apartados.

El LaTeX enumera automáticamente los capítulos y apartados en que se divide el cuerpo de un documento. El esquema estándar de enumeración se ilustra mediante el ejemplo siguiente:

`\part{Título}`	**Parte I Título**
`\chapter{Título}`	**Capítulo 1 Título**
`\section{Título}`	**1.1 Título**
`\subsection{Título}`	**1.1.1 Título**
`\subsubsection{Título}`	**1.1.1.1 Título**

La macro `\part` no afecta, sin embargo, la numeración de los capítulos y apartados. Esto permite incluir directamente artículos como capítulos de un libro.

Los números de capítulo y apartado pueden aparecer en la cabecera de la página, según la clase de documento y según el estilo de la página, y también pueden aparecer en el índice o en la tabla de contenidos del documento. La macro

```
\tableofcontents
```

especifica la composición del índice de un documento de clase article, report o book. El LaTeX lo compone partiendo de los títulos de capítulo y apartado y de los números de página correspondientes, los cuales son un subproducto de la última composición del documento, y el LaTeX los obtiene del fichero auxiliar con la extensión .toc (*table of contents*). Esto quiere decir que es necesario procesar el documento LaTeX al menos dos veces para obtener un índice correcto.

La profundidad o número de niveles de títulos de capítulo y apartado que salen en el índice viene dada por un parámetro del LaTeX, tocdepth, el valor del cual se puede cambiar mediante la macro `\setcounter`. El número de niveles es, por defecto, igual a 3 para todas las clases estándares de documentos LaTeX. Así, en el índice de un documento de clase book o report saldrán los títulos de capítulo, apartado y subapartado, mientras que los títulos de apartado, subapartado y subsubapartado saldrán en el índice de un documento de clase article. La macro

```
\setcounter{tocdepth}{2}
```

en el preámbulo del documento especifica la composición de un índice de dos niveles.

Se pueden especificar capítulos y apartados sin enumeración automática mediante las macros siguientes, las cuales llevan el título correspondiente como argumento: `\part*`, `\chapter*`, `\section*`, `\subsection*`, `\subsubsection*`, `\paragraph*` y `\subparagraph*`.

También es posible agregar al índice la entrada correspondiente a un capítulo o apartado no enumerado, mediante la macro `\addtocontents`:

```
\chapter*{Agradecimientos}
\addtocontents{toc}{Agradecimientos}
```

3.4 Clases de documentos

La macro `\documentclass{`*clase*`}` en el preámbulo del documento indica la clase de documento de que se trata, donde las clases estándares de documentos LaTeX son las siguientes:

article para artículos de revista y comunicaciones en congresos

report para reportes de investigación

book para libros

letter para cartas

slides para transparencias de retroproyección

Las opciones de una macro `\documentclass[`*opciones*`]{`*clase*`}` modifican ciertas características de la clase de documentos. Estas opciones han de ir separadas por comas. Las más comunes para las clases estándares son las siguientes:

10pt, 11pt, 12pt

Fijan el cuerpo de la póliza base para todo el documento. El cuerpo por defecto es 10pt para las clases article, report, book y letter.

letterpaper, legalpaper, executivepaper, a4paper, a5paper, b5paper

Definen la anchura de la caja. El tamaño por defecto es letterpaper, tamaño carta, el más usual en los EEUU, a pesar que el tamaño estándar en Europa es a4paper, es decir, DIN A4.

landscape

Invierte los tamaños de la altura y la anchura de la caja, para componer el documento en formato apaisado.

final, draft

Especifican si se quiere obtener o no una indicación impresa de algunos de los problemas aparecidos durante la composición del documento LaTeX, como por ejemplo cortes defectuosos de líneas en palabras. La opción por defecto es final para todas las clases estándares, es decir, ninguna indicación impresa. De otro modo, la opción draft compone una mancha negra al final de todas las líneas en que la división en palabras y sílabas ha sido defectuosa. Estas indicaciones son muy útiles para encontrar rápidamente problemas eventuales de composición en el documento LaTeX.

oneside, twoside

Especifican la disposición del texto impreso dentro de la anchura de la caja, como también la cabecera y el pie de las páginas, para que la salida se pueda imprimir por las dos caras o bien sólo por una cara del papel. Las clases article, report y letter son, por defecto, oneside, mientras que la clase book es twoside y la clase slides no admite el uso de la opción twoside.

openright, openany

Especifican si los capítulos han de comenzar en páginas impares o en la próxima página, tanto sea ésta impar o par. Dado que los artículos no se estructuran en capítulos sino en apartados, esta opción no afecta a la clase article. Tampoco afecta a la clase letter, dado que las cartas no se estructuran en capítulos ni en apartados. Los capítulos de un documento de clase book comienzan por defecto en páginas impares, mientras que los de un documento de clase report pueden comenzar tanto en página impar como par.

onecolumn, twocolumn

Especifican la composición del documento en una o en dos columnas. Si no se declara la opción twocolumn, el LaTeX hace la composición del documento en una única columna, independientemente de la clase de documento de que se trate. Además, las clases estándares letter y slides no admiten la opción twocolumn.

notitlepage, titlepage

Especifican si se quiere comenzar una página nueva después del título del documento o no. Por defecto, con la clase article no se comienza una página nueva, mientras que con las clases book, report y slides después del título del documento comienza una página nueva. Los documentos de clase letter no llevan título.

openbib

Especifica la composición de la bibliografía o de la lista de referencias bibliográficas del documento en el llamado *formato abierto* del libro (van Leunen, 1992), donde les referencias bibliográficas se componen en párrafos separados y *a la francesa*, es decir, con un sangrado en todas las líneas salvo la primera línea de cada referencia.

leqno

Compone los números de fórmula producidos por los entornos matemáticos equation y eqnarray contra el margen izquierdo, en lugar de componerlos contra el margen derecho.

fleqn

Compone las fórmulas matemáticas alineadas hacia la izquierda, a una distancia fija del margen izquierdo que viene dada por la macro `\mathindent`, en lugar de componerlas centradas.

Por ejemplo, la macro

```
\documentclass[11pt,twoside,a4paper]{article}
```

sirve para componer un artículo con un cuerpo base de once puntos, con una disposición adecuada para ser impreso por las dos caras del papel de tamaño DIN A4.

En resumen, las opciones por defecto de las clases estándares de documentos LaTeX son las siguientes:

Clase	Opciones por defecto					
article	letterpaper	10pt	oneside	onecolumn	final	
report	letterpaper	10pt	oneside	onecolumn	final	openany
book	letterpaper	10pt	twoside	onecolumn	final	openright
letter	letterpaper	10pt	oneside	onecolumn	final	
slides	letterpaper				final	

Aparte de todas estas opciones y clases de documentos, el LATEX permite definir el estilo en que se quiere componer la cabecera y el pie de cada página de un documento. La macro

\pagestyle{*estilo*}

permite especificar una combinación de estilos predefinidos para la la cabecera y el pie de las páginas del documento. Esta macro se puede escribir tanto en el preámbulo como en el cuerpo del documento, y tiene efecto a partir de la página correspondiente.

Las combinaciones de estilos estándares son las siguientes:

plain

Deja la cabecera de página en blanco y coloca el número de página centrado al medio del pie de cada página. Éste es el estilo por defecto para todas las clases estándares de documentos LATEX.

headings

Pone cierta información que viene determinada por la clase de documento, como por ejemplo el nombre del capítulo en el caso de un libro, y el número de página en la cabecera de cada página, y deja el pie de página en blanco.

myheadings

Es similar al estilo headings, pero el autor determina la información que es preciso poner en la cabecera.

empty

Deja en blanco tanto la cabecera como el pie de cada página.

Conjuntamente con los estilos de página plain, headings y myheadings, la macro

\pagenumbering{*numeración*}

permite determinar la enumeración de las páginas del documento LATEX, donde los valores estándares del argumento *numeración* son arabic (números arábigos) y roman (números romanos). Las páginas de materiales preliminares de los libros, por ejemplo, se suelen numerar con números romanos (véase el apéndice A). Esta macro fija en 1 la numeración de las páginas, tanto si se trata de números arábigos como de números romanos, lo que permite numerar las páginas de materiales preliminares de un libro con *i*, *ii*, *iii*, *iv*, etc. y el cuerpo del libro con 1, 2, 3, 4, etc.

También es posible especificar el estilo para una página (es decir, de la *página actual*) del documento, mediante la macro

\thispagestyle{*estilo*}

Para modificar el estilo de la primera página de un artículo, sin embargo, es preciso poner la macro `\thispagestyle` inmediatamente después de la macro `\maketitle`, macro esta última que permite componer el título, los nombres de los autores y la fecha en que se ha escrito o compuesto el documento.

3.5 Paquetes de definiciones

Una de las ventajas del LaTeX respecto a otros sistemas de composición de textos científicos, incluso respecto al TeX, es la existencia de centenares de extensiones estándares para resolver problemas específicos de composición. Por ejemplo, para incluir gráficos e ilustraciones, para usar diferentes colores en el documento, para incluir texto de algoritmos, diagramas conmutativos, fórmulas químicas, etc.

Estas extensiones se llaman *paquetes* y se activan mediante una macro

\usepackage[*opciones*]{*paquete*}

en el preámbulo del documento.

El libro (Goossens et al., 1994) contiene una recopilación sistemática de prácticamente todos los paquetes de dominio público existentes para el LaTeX, la mayoría de los cuales se pueden conseguir a través de la red Internet.

Algunos de estos paquetes forman parte de la distribución oficial del sistema LaTeX, mientras que hay otros que, a pesar de no gozar del soporte oficial del TeX Users Group, son mantenidos por sus autores. Entre los primeros destacan los siguientes, por orden alfabético:

alltt Define el entorno alltt, que se parece al entorno verbatim pero permite incluir otras macros y entornos, ya que mantiene el significado normal para el LaTeX de los caracteres especiales `\`, `{` y `}`. Por ejemplo, una declaración de énfasis `\em`, como:

Texto en redonda, *texto en cursiva* y más texto en redonda

```
\begin{alltt}
Texto en redonda, {\em{}texto
en cursiva\/} y más texto en redonda
\end{alltt}
```

cambia la forma de los caracteres pero sin cambiar de familia, que continúa siendo mecanográfica. Los tres caracteres especiales se pueden incluir también en un entorno alltt mediante las macros `\(\backslash\)`, `\(\{\)` y `\(\}\)`.

amsfonts Da acceso a las pólizas de símbolos matemáticos $\mathcal{AMS}$Fonts de la *American Mathematical Society* pero sin definir macros para componer todos estos símbolos. Esto permite reducir los requerimientos de memoria, por ejemplo, en una instalación del LaTeX que no disponga de suficiente memoria para definir los más de doscientos símbolos matemáticos adicionales. Los símbolos matemáticos necesarios se pueden definir mediante una macro `\DeclareMathSymbol`, como por ejemplo

```
\DeclareMathSymbol{\blacktriangleright}{\mathrel}{AMSa}{"49}
```

para que la macro `\blacktriangleright` componga el símbolo matemático ▶ en el documento LATEX.

amsmath Permite definir macros para componer abreviaciones de símbolos de operación, además de simplificar la escritura de los puntos suspensivos y de permitir componer coeficientes binomiales, como también ecuaciones y expresiones matemáticas que abarcan más de una línea.

amsopn Permite definir macros para componer abreviaciones de símbolos de operación.

amsthm Extiende el mecanismo de definición de enunciados del LATEX para permitir escoger el estilo para componer cada enunciado entre una serie de estilos predefinidos, además de permitir la composición de enunciados no enumerados y demostraciones.

amssymb Define macros `\DeclareMathSymbol` que permiten acceder a todos los caracteres de las pólizas de símbolos matemáticos AMSFonts de la *American Mathematical Society*.

amstex El AMS-TEX es una extensión del sistema TEX para componer construcciones matemáticas complejas que da una serie de macros y entornos que simplifican la escritura de ciertas construcciones matemáticas, como por ejemplo una matriz de matrices o toda una palabra como subíndice de una fórmula, de acuerdo con las normas de estilo de la *American Mathematical Society*. La activación del paquete de definiciones amstex da como resultado el sistema AMS-LATEX, un sistema que incorpora la funcionalidad del AMS-TEX en el sistema LATEX.

apalike Permite usar el sistema *autor-fecha* de citación bibliográfica y el estilo bibliográfico *chicago*.

array Da opciones adicionales para los entornos estándares de matrices array y de alineación en columnas tabular, entre las cuales la posibilidad de incluir macros y declaraciones en la especificación del formato de las columnas. Por ejemplo, una declaración de texto en negrita `\>{\bfseries}l` en la especificación de una columna alineada contra el margen izquierdo es equivalente a una declaración `\bfseries` en la columna correspondiente de todas y cada una de las filas de la matriz o de la tabla.

babel Es la extensión multilingüe estándar del sistema LATEX. Permite incluir texto escrito en diferentes idiomas en un documento LATEX, donde el texto se compone según las normas ortográficas y las convenciones tipográficas propias del idioma en que se ha escrito.

color Permite componer el texto y las fórmulas matemáticas del documento LATEX en diferentes colores, según el modelo cromático aditivo rgb, el modelo cromático gray de niveles de gris, o el modelo cromático sustractivo cmyk.

dcolumn Permite definir columnas centradas en el punto decimal en los entornos estándares de matrices array y de alineación en columnas tabular.

delarray Extiende el paquete array para permitir especificar de manera implícita los delimitadores de una matriz. Además de simplificar la escritura de una matriz, permite componer matrices cuyos elementos sean también matrices, como por ejemplo

$$\left(\begin{array}{ccc} & & \begin{pmatrix}1\\2\\3\end{pmatrix} \\ & \begin{pmatrix}1\\2\\3\end{pmatrix} & \\ \begin{pmatrix}1\\2\\3\end{pmatrix} & & \end{array}\right) \quad \text{en lugar de} \quad \left(\begin{pmatrix} \\ \\ 1\\2\\3\end{pmatrix} \begin{pmatrix}1\\2\\3\end{pmatrix} \begin{pmatrix}1\\2\\3\\ \\ \\ \end{pmatrix}\right)$$

que se obtiene mediante delimitadores de matriz explícitos.

doc Permite documentar los paquetes de definiciones LaTeX.

docstrip Conjuntamente con el paquete doc, permite escribir paquetes de definiciones LaTeX autodocumentados, en la línea de lo que D. Knuth llama *programación ilustrada* (*literate programming*).

enumerate Permite especificar el estilo en que se quiere componer la identificación de los elementos de una enumeración, mediante un argumento opcional del entorno enumerate. Este nuevo argumento puede incluir cualquiera de las especificaciones de estilo A (letras mayúsculas del alfabeto), a (letras minúsculas), I (números romanos), i (números romanos en minúscula) y 1 (números arábigos), las cuales se corresponden con las macros estándares del LaTeX `\Alph`, `\alph`, `\Roman`, `\roman` y `\arabic`, respectivamente. También puede incluir texto, signos de puntuación y, de hecho, qualquier macro del LaTeX. Por ejemplo, el argumento `Ex. 1` especifica la identificación de los elementos de la enumeración como Ex. 1, Ex. 2, etc.

epsfig Permite incluir ficheros gráficos EPS en un documento LaTeX.

fancyhdr Permite modificar el estilo en que se compone la cabecera y el pie de página. Entre las muchas opciones que ofrece, se pueden definir tres campos de información (izquierda, centrado y derecha) para la cabecera y también para el pie de página, para páginas impares y para páginas pares por separado, e incluso incluir un filete como el que sale en la cabecera de las páginas de este libro.

fontenc Permite especificar la codificación de los caracteres usados en el documento LaTeX, como por ejemplo OT1 (codificación de texto TeX estándar) o T1 (codificación de texto TeX extendida o *Cork*), que cubre los caracteres acentuados y con signos diacríticos. Si no se activa este paquete de definiciones, la codificación por defecto es OT1.

fontsmpl Produce un test impreso de toda una familia de fuentes, como por ejemplo cmr (*Computer Modern Roman*), que incluye párrafos de texto, caracteres con signos diacríticos y todo tipo de macros del LaTeX que afectan el estilo.

ftnright Permite incluir notas a pie de página en un entorno multicolumna, donde las notas son compuestas a pie de la última columna y no a pie de página.

graphics Permite incluir ficheros gráficos EPS en un documento LaTeX.

graphpap Permite componer una cuadrícula sobre la cual se pueden situar los objetos gráficos de un entorno picture.

hhline Permite definir líneas horizontales en los entornos estándares de matrices array y de alineación en columnas tabular que se interrumpen al cruzar líneas verticales.

hyperref Permite incluir enlaces electrónicos desde cualquier parte de un documento LaTeX a cualquier otra parte del documento LaTeX, o bien a otro documento almacenado dentro de la *World-Wide Web*. También introduce de manera automática los enlaces electrónicos más usuales, como por ejemplo los enlaces entre las referencias cruzadas; entre las notas a pie de página y las referencias correspondientes; entre el índice y los títulos de parte, capítulo y apartado; entre las citaciones bibliográficas y las referencias bibliográficas correspondientes; y entre las entradas del índice alfabético y los conceptos correspondientes.

indentfirst Introduce automáticamente un sangrado en la primera línea de cada capítulo, apartado y subapartado.

inputenc Permite especificar la codificación particular en que se han escrito los caracteres especiales (es decir, los caracteres no ASCII), como por ejemplo ISO Latin-1 o Macintosh, lo que mantiene la portabilidad de los documentos LaTeX entre ordenadores diferentes.

latexsym Permite usar con el sistema LaTeX algunos de los símbolos matemáticos no estándares. Estos son: `\mho` $\mho$, `\Join` $\Join$, `\Box` $\Box$, `\Diamond` $\Diamond$, `\leadsto` $\leadsto$, `\sqsubset` $\sqsubset$, `\sqsupset` $\sqsupset$, `\lhd` $\lhd$, `\unlhd` $\unlhd$, `\rhd` $\rhd$ y `\unrhd` $\unrhd$. Los paquetes amsfonts y amssymb también permiten usar estos símbolos matemáticos; por ello no es necesario activar el paquete latexsym en un documento en el que ya se haya activado el paquete amsfonts o el paquete amssymb.

layout Compone una maqueta de la página actual, en la que se ilustran los parámetros que determinan el tamaño de la caja, la situación de la caja dentro de la página y la situación de los párrafos dentro de la caja.

longtable Extiende el entorno tabular con alineaciones multipágina, donde se pueden definir cabeceras y pies de tabla diferentes para la página donde comienza la tabla, para las páginas donde continúa y para la página donde acaba la tabla.

makeidx Permite incluir referencias cruzadas dentro del índice alfabético de un documento LaTeX.

multicol Define un entorno multicolumna donde se puede cambiar el número de columnas, una y otra vez, dentro de la misma página.

pb-diagram Permite componer diagramas conmutativos de gran calidad tipográfica.

proc Define la clase de documentos proc, basada en la clase estándar article, para componer anales de congresos. La macro adicional `\copyrightspace` deja un espacio en blanco al pie de la primera columna de la primera página, para que la editorial pueda agregar una proclamación de propiedad intelectual.

psnfss Permite incluir las pólizas PostScript comunes en muchas impresoras láser en un documento LaTeX.

rawfonts Emula el obsoleto sistema LaTeX 2.09 en cuanto a las macros de selección de fuentes de bajo nivel, como: `\tenrm`, `\tenmi`, `\tensy`, `\tenit`, `\tensl`, `\tenbf`, `\tentt`, `\tensf`, `\tenly`, `\tenex`, etc.

showidx Compone la etiqueta correspondiente a cada entrada del índice alfabético en el margen de la página en que sale la entrada. Sirve para verificar rápidamente si hay errores, omisiones o duplicaciones en el índice alfabético.

showkeys Compone la etiqueta *interna* usada para hacer referencias cruzadas y para introducir citaciones bibliográficas mediante las macros `\label`, `\ref`, `\pageref`, `\cite` y `\bibitem`.

syntonly Procesa un documento LaTeX sin componerlo. Sirve para verificar rápidamente la sintaxis del documento.

tabularx Extiende el entorno tabular* con la especificación de columnas de ancho variable, calculando automáticamente el ancho de estas columnas en función del ancho total especificado para la tabla.

theorem Permite especificar el estilo en que se quieren componer los teoremas y otros enunciados que llevan una identificación y una enumeración particular como: teoremas, corolarios, conjeturas, postulados, definiciones, ejemplos, demostraciones, proposiciones, lemas, etc.

varioref Extiende el mecanismo de referencias cruzadas del LaTeX con las macros adicionales `\vref` y `\vpageref`, que son equivalentes a las macros estándares `\ref` y `\pageref`, pero incluye el número de página sólo cuando la referencia y la etiqueta de la macro `\label` correspondiente están en la misma página.

verbatim Extiende los entornos de texto mecanografiado verbatim y verbatim* para permitir componer muchos párrafos de texto mecanografiado. Asimismo, define el entorno comment, que ignora la totalidad del texto del original electrónico comprendido entre las macros `\begin{comment}` y `\end{comment}`, y define también la macro `\verbatiminput`, que permite incluir texto mecanografiado residente en un fichero aparte.

xr Extiende el mecanismo de referencias cruzadas del LaTeX con referencias cruzadas externas entre documentos.

En el apéndice C hay instrucciones detalladas para conseguir éstos y otros paquetes e instalarlos correctamente.

Capítulo 4

Texto con LATEX

Tanto los programas de composición visual como los sistemas de composición lógica permiten alinear horizontalmente los párrafos dentro de la anchura de la caja del documento, o bien contra el margen izquierdo o contra el margen derecho, centrado o justificado —alineado contra los dos márgenes.

Hay cuatro maneras básicas de alinear los párrafos dentro de la anchura de la caja.	Hay cuatro maneras básicas de alinear los párrafos dentro de la anchura de la caja.	Hay cuatro maneras básicas de alinear los párrafos dentro de la anchura de la caja.	Hay cuatro maneras básicas de alinear los párrafos dentro de la anchura de la caja.

Cada una de estas formas de alineación implica una distribución diferente del espaciado entre las palabras de las líneas de un párrafo, conjuntamente con la división de palabras en sílabas. Por ejemplo, los párrafos se dividen en líneas en función de la anchura de la caja, y se introducen divisiones de línea entre las palabras o en medio de las palabras de la línea —es decir, se separan en sílabas— y el espacio que sobra se reparte entre las palabras de la línea.

Este proceso que es, en todos los casos, automático suele introducir demasiado espacio entre las palabras de los párrafos con los programas de composición visual, porque los espacios blancos que se introducen son de tamaño fijo: el cuadratín, el medio cuadratín y el espacio fino. En el caso del LATEX, sin embargo, el proceso de división de párrafos en líneas y de división de líneas en palabras es mucho más complejo y el uso de espacios blancos de tamaño variable le permite optimizar la distribución de los espacios de manera global, en todo el párrafo y no sólo línea a línea.

4.1 Reglas básicas

Dado que la composición del texto la hace el LATEX, de acuerdo con las macros introducidas en el documento, el aspecto que presente el original electrónico no tiene mucha importancia. Sólo

es preciso delimitar correctamente las palabras, mediante la escritura de uno o más espacios, como también es preciso delimitar correctamente los párrafos, dejando una o más líneas en blanco o una macro `\par` para indicar el final del párrafo.

En este sentido, un espacio tiene el mismo efecto que cincuenta espacios y tres líneas en blanco tienen el mismo efecto que una línea en blanco. Incluso cualquier separación entre palabras la interpreta el LaTeX como un único espacio, es decir, como una separación entre palabras.

Un espacio tiene el mismo efecto que cincuenta espacios.
Tres líneas en blanco tienen el mismo efecto que una línea en blanco.

```
Un   espacio tiene el      mismo
efecto
que
cincuenta
espacios.



Tres
líneas  en blanco  tienen el   mismo
efecto que    una línea   en blanco.
```

La manera como se componen los párrafos depende de la clase de documento de que se trate. Por ejemplo, en un libro se introduce un sangrado en la primera línea de cada párrafo y no se agrega ningún interlineado adicional entre los párrafos.

Dentro del texto del documento se pueden introducir macros para indicar al LaTeX el estilo en que se quiere componer una parte del texto o su función dentro del documento. La parte afectada del texto, sin embargo, puese ser tanto la totalidad del texto del documento como un párrafo, una palabra o incluso sólo un carácter, según se ha explicado en el apartado 3.2.

También se pueden introducir en un documento LaTeX comentarios, que el LaTeX no compone sino que simplemente ignora. La macro `%` introduce un comentario, que se acaba al final de la línea del original electrónico.

Cuando el LaTeX encuentra un carácter de porcentaje entonces ignora el resto de la línea.

```
Cuando el \LaTeX\ encuentra un carácter
de porcentaje      % revisar <----
entonces ignora el resto de la línea.
```

4.2 División de páginas y división de líneas

El LaTeX incorpora un algoritmo muy sofisticado de división de páginas en párrafos, de división de párrafos en líneas y de división de líneas en palabras, que intenta encontrar las mejores divisiones posibles. El algoritmo es tan sofisticado que cuando no es posible dividir las líneas de un párrafo de manera que cumplan con los requerimientos, el LaTeX simplemente deja que la línea sobresalga de la anchura de la caja y da un mensaje de aviso (*overfull hbox*) durante el proceso de compilación del documento. Esto es debido normalmente al hecho que el LaTeX

no encuentra ninguna posición de división de palabras en sílabas que le permita componer de manera óptima todo el párrafo que está procesando.

En estos casos, puede resultar conveniente flexibilizar los requerimientos del algoritmo de división de páginas y de división de líneas. Una manera de hecerlo es mediante la macro `\sloppy` (*descuidado*, en inglés), que indica al LATEX que no hace falta buscar las divisiones óptimas sino que basta con divisiones medianamente buenas. Es importante, entonces, delimitar correctamente el ámbito de esta macro; de otro modo, su alcance puede llegar a ser global a todo el documento y para componer descuidadamente un documento no hace falta aprender a usar un sistema de composición lógica tan sofisticado como el LATEX. Otra manera de delimitar el ámbito es mediante la macro `\fussy` (*exigente*, en inglés), que restituye los requerimientos originales del algoritmo de división de páginas y de división de líneas del LATEX.

También es posible introducir una división de línea explícita, mediante la macro `\\` o bien la macro `\newline` o la macro `\linebreak`. Además, la macro `\\*` produce la división de la línea pero prohibe la división de la página inmediatamente después de la división de línea, mientras que la macro `\newpage` introduce una división de página explícita. Las macros `\clearpage` y `\cleardoublepage` también introducen una división de página explícita, pero componen todas las figuras y las tablas pendientes de composición (véase el apartado 6.1). Además, la macro `\cleardoublepage` introduce una página en blanco siempre que sea necesario para que la numeración de la página siguiente sea impar.

La macro `\newline` introduce una división de línea sin alinearla contra el margen izquierdo. La macro `\linebreak`, sin embargo, produce tanto la división como la alineación de la línea dividida.

Finalmente, las macros `\linebreak[`*n*`]`, `\nolinebreak[`*n*`]`, `\pagebreak[`*n*`]` y la macro `\nopagebreak[`*n*`]` permiten indicar la conveniencia de una división de línea o de página, donde n es un dígito entre cero y cuatro. Así, la macro `\nolinebreak[0]` equivale a `\linebreak[0]`, y `\nolinebreak[4]` es equivalente a `\nolinebreak`.

El LATEX muy a menudo separa una palabra en sílabas para introducir una división de línea justo en medio de dos sílabas de la palabra. Sin embargo, en lugar de disponer de una lista exhaustiva de todas les palabras de un idioma separadas en sílabas, el algoritmo de división de líneas se basa en un número mucho más reducido de *patrones de guionado*. Esto permite una composición más rápida del documento, pero tiene la desventaja que no siempre permite encontrar todas las posiciones de división en sílabas de las palabras de un idioma. En el apéndice C hay instrucciones detalladas para conseguir e instalar los patrones de guionado para escribir documentos en castellano, entre otros idiomas, con LATEX.

A pesar que, por razones técnicas, no es posible introducir patrones de guionado adicionales en un documento LATEX sin tener que volver a instalar al menos parte del sistema LATEX, se pueden introducir las posiciones de división en sílabas de algunas palabras en un documento mediante las macros `\hyphenation` y `\-`. La macro

`\hyphenation{`*palabra*`,` . . . `,` *palabra*`}`

en el preámbulo o también en el cuerpo del documento, pero preferentemente en el preámbulo, especifica la división de las palabras que hay en el argumento sólo en las posiciones indicadas con una macro de guión (`-`). Por ejemplo, la macro `\hyphenation{des-pre-cio}` permite

al LaTeX dividir la palabra *desprecio* entre cualquiera de sus cuatro sílabas, siempre que esto resulte conveniente para componer de manera óptima alguno de los párrafos que la contienen.

Esta macro tiene efecto tanto si las palabras se escriben con letras mayúsculas como minúsculas, pero no admite caracteres acentuados ni caracteres especiales. Para especificar las posiciones de división en sílabas de una palabra acentuada, es necesario introducir una macro `\-` en cada posición de división de la palabra cada vez que se escribe la palabra, en lugar de hacerlo sólo una vez en el preámbulo del documento mediante la macro `\hyphenation`. Así, si el LaTeX no encuentra las posiciones de división en sílabas correctas para las palabras *trolebús* y *aterradoras*, es necesario introducir macros de división en sílabas, escribiendo `tro\-le\-bús` y `a\-te\-rra\-do\-ras`.

4.3 Acentos y caracteres especiales

Un documento LaTeX sólo contiene caracteres ASCII. Para escribir comillas, rayas, guiones, puntos suspensivos, caracteres con macros diacríticas y otros caracteres especiales, se deben respetar ciertas convenciones propias del sistema LaTeX.

Para escribir comillas, tanto sean éstas simples como dobles, altas o bajas, el carácter `"` no permite distinguir las comillas de apertura de las comillas de cierre. Las comillas dobles de apertura se especifican con LaTeX mediante dos acentos abiertos o graves (` `` `) y las de cierre mediante dos apóstrofes (`''`) que se parecen a acentos cerrados o agudos. Las comillas simples, usadas principalmente para hacer una citación dentro de otra citación o para incluir un inciso, se especifican mediante un único acento abierto (`` ` ``) y un único apóstrofe (`'`). El ejemplo siguiente ilustra también una convención que diferencia la tradición ortográfica y tipográfica latina de la inglesa y, sobre todo, de la norteamericana: la puntuación final de las citaciones se coloca fuera de las comillas, siempre que esta puntuación no forme parte de la citación:

Donde dice “la tecla ‘-’ tiene muchas funciones”.

```
Donde dice ``la tecla `-' tiene
muchas funciones''.
```

En cuanto a las rayas y los guiones, todos ellos se especifican mediante uno o más caracteres de guión (`-`) consecutivos: uno para el guión (*hyphen*), dos para el guión largo (*en-dash*) y tres para la raya (*em-dash*):

académico-científico
curso 1995–96
—es decir, una raya

```
académico-científico \\
curso 1995--96 \\
---es decir, una raya
```

En las máquinas de escribir, un punto o una coma tiene la misma anchura que qualquier carácter, hecho reproducido en las pólizas de la familia *mecanográfica*. En las otras familias de pólizas, sin embargo, estos caracteres son de una anchura bastante más pequeña y se colocan muy próximos al carácter que los precede. Por lo tanto, el espaciado de los puntos suspensivos obtenido escribiendo tres puntos normales, uno detrás del otro, es incorrecto y es preciso usar, entonces, una macro especial: la macro de puntos suspensivos bajos `\ldots` (*low dots*). El

ejemplo siguiente ilustra también otra convención que diferencia la tradición ortográfica latina de la anglosajona: no se escribe ninguna coma ni ningún espacio delante de los puntos suspensivos, es decir, detrás del último elemento de una enumeración.

Esto no funciona...	`Esto no funciona... \\`
Tres, catorce, dieciseis ...	`Tres, catorce, dieciseis\ldots`

Otra consecuencia del hecho que sólo se puedan escribir caracteres ASCII en los documentos LaTeX es que hace falta especificar los caracteres acentuados y con otros signos diacríticos mediante macros del LaTeX. Sin embargo, estas macros son muy breves y comprensibles. Para obtener una letra *è* con acento abierto es preciso escribir `` \`e ``, y es preciso escribir `\'e`, es decir, una barra invertida seguida de un apóstrofe y la letra que se quiere acentuar, para que el acento sea cerrado. La diéresis sobre la letra *ü* se escribe simplemente `\"u`. La *ç* se escribe `\c{c}` o bien `\c␣c`.

Para poner un acento o un signo diacrítico sobre una letra *i* o *j* es preciso quitar antes el punto que llevan encima, cosa que se hace escribiendo `\i` o `\j`. Así, para obtener una letra *í* con acento cerrado es preciso escribir `\'{\i}` o bien `\'\i␣`, y para obtener una letra *ï* con diéresis es preciso escribir `\"{\i}` o bien `\"\i␣`. La tabla siguiente nos da todas las posibilidades, donde la letra *o* se puede cambiar por cualquier otra letra:

ò	\`{o}	õ	\~{o}	ǒ	\v{o}	o̧	\c{o}
ó	\'{o}	ō	\={o}	ő	\H{o}	ọ	\d{o}
ô	\^{o}	ȯ	\.{o}	o͡o	\t{oo}	o̱	\b{o}
ö	\"{o}	ŏ	\u{o}				

También es preciso usar otras macros del LaTeX para obtener algunos caracteres que no forman parte del alfabeto inglés:

œ	\oe	å	\aa	ł	\l	¿	?`
Œ	\OE	Å	\AA	Ł	\L	¡	!`
æ	\ae	ø	\o	ß	\ss		
Æ	\AE	Ø	\O				

Algunos de estos caracteres son, de hecho, *ligaduras* o letras ligadas, es decir, letras entre las cuales se reduce el espaciado correspondiente al cuerpo y al estilo de que se trata. Es el caso de *æ*, *Æ*, *œ* y *Œ*, y también de la letra *f* delante de *f*, *i* y *l*, estas últimas ligaduras motivadas por el hecho que combinaciones de letras como por ejemplo *ffi* no son muy agradables desde el punto de vista estético con prácticamente ninguna póliza de caracteres. Así, el LaTeX compone automáticamente las ligaduras siguientes: *ff*, *fi*, *fl*, *ffi* y *ffl*. De hecho, el LaTeX también compone las comillas como ligaduras.

A veces resulta necesario cancelar la ligadura entre dos letras, por ejemplo cuando se trata de una palabra compuesta. Esto es bastante frecuente en idiomas como el inglés (*shelfful* se ha de escribir *shelfful*) o el alemán (es preciso escribir *Auflage* en lugar de *Auflage*). En el caso del castellano, sin embargo, las letras *ff* prácticamente nunca van juntas y las combinaciones de letras *fi* y *fl* pertenecen siempre a la misma sílaba.

En cualquier caso, el LaTeX da un mecanismo muy simple para cancelar estas ligaduras. Sólo es preciso escribir un par de llaves entre las letras ligadas para cancelar la ligadura, como por ejemplo en `f{}i`, que el LaTeX compone como *fi*. Las ligaduras del LaTeX son las siguientes:

ff	`ff`	ff	`f{}f`
fi	`fi`	fi	`f{}i`
fl	`fl`	fl	`f{}l`
ffi	`ffi`	ffi	`f{}f{}i`
ffl	`ffl`	ffl	`f{}f{}l`

Los siguientes seis símbolos de puntuación especiales también es preciso escribirlos mediante macros especiales del LaTeX:

†	`\dag`	§	`\S`	©	`\copyright`
‡	`\ddag`	¶	`\P`	£	`\pounds`

Para acabar con los caracteres especiales, los siete caracteres ASCII siguientes, que tienen un significado particular para el LaTeX, se pueden obtener mediante macros especiales del LaTeX:

#	`\#`	$	`\$`	%	`\%`	&	`\&`	_	`\_`	{	`\{`	}	`\}`

Muchos ordenadores permiten escribir caracteres con signos diacríticos directamente desde el teclado, a veces mediante una combinación o una sucesión de teclas. Esto simplifica mucho la tarea de escribir un original electrónico y, de hecho, las implementaciones de los sistemas TeX y LaTeX para ordenadores personales y para Macintosh suelen ofrecer un fichero que permite incluir estos caracteres especiales, introducidos directamente desde el teclado, en un documento LaTeX, como por ejemplo el fichero 8bitdefs.tex del *OzTeX* y el fichero option_keys del *Textures* para los ordenadores Macintosh.

Este hecho se ha extendido con el desarrollo del paquete inputenc (*input encoding*) del sistema LaTeX, el cual permite especificar en el preámbulo de un documento la codificación particular en que se han escrito los caracteres especiales. A pesar de haber una codificación estándar, la codificación ASCII, muchos de los caracteres especiales no están representados porque esta codificación sólo cubre 128 caracteres. Pese a las propuestas de codificación estándar de la *International Organization for Standardization* y del *The Unicode Consortium*, que cubren también los caracteres especiales, la industria de los ordenadores no acaba de ponerse de acuerdo y hay, hoy por hoy, diversas codificaciones en uso. Así, por ejemplo, el código de la cedilla ç es 135 en un ordenador personal con la página de código IBM 850, pero es 141 en un ordenador Macintosh, es 199 en un ordenador Unix con la extensió de teclado ISO Latin-1 y es 219 en un ordenador Next.

El paquete inputenc cubre actualmente las codificaciones ascii (ASCII estándar), latin1 (ISO Latin-1), latin2 (ISO Latin-2), cp850 (página de código 850 de la IBM), cp437 (página de código 437 de la IBM), cp437de (versión alemana de la página de código 437 de la IBM), applemac (página de código de los ordenadores Macintosh), next (página de código de los ordenadores Next) y ansinew (página de código ANSI de los ordenadores personales con sistema operativo Windows 3.1).

Por ejemplo, para incluir caracteres especiales en un documento LaTeX escrito con un ordenador Macintosh sólo es preciso poner la macro

```
\usepackage[applemac]{inputenc}
```

en el preámbulo del documento.

La gran ventaja de estos paquetes es que, al hacer posible el proceso para cualquier implementación del sistema LaTeX de los documentos con caracteres especiales, mantienen la portabilidad de los documentos LaTeX entre ordenadores diferentes. Es preciso tener presente, sin embargo, que puede haber problemas para editar un documento que haya sido escrito con otro ordenador usando otra codificación de los caracteres especiales.

4.4 El sistema Babel

El sistema Babel es la extensión multilingüe estándar del sistema LaTeX y ha sido desarrollado e implementado per J. Braams en el paquete de definiciones babel.

Es una extensión multilingüe de las clases estándares de documentos LaTeX, en el sentido que permite componer textos escritos en idiomas otros que el inglés, además de dar soporte a la composición de textos multilingües, como por ejemplo un diccionario o también un texto científico escrito en un idioma pero que incluya incisos o citaciones escritas en otros idiomas.

El paquete babel se activa mediante la macro

```
\usepackage[opciones]{babel}
```

en el preámbulo del documento, donde *opciones* es una lista de los idiomas en que se quiere escribir el documento, con los nombres de los idiomas separados por comas. Por ejemplo, la macro

```
\usepackage[spanish]{babel}
```

activa la opción *castellano*, mientras que la macro

```
\usepackage[catalan,spanish]{babel}
```

activa las opciones *catalán* y *castellano*, en la última opción (*castellano*, en este caso) el idioma por defecto.

Estas opciones se llaman *opciones locales*, porque sólo afectan el paquete babel. Otra posibilidad es activar el paquete babel después de haber incluido *opciones globales* en el documento, como por ejemplo:

```
\documentclass[spanish]{article}
\usepackage{babel}
```

La definición de opciones globales en un documento en lugar de opciones locales en un paquete de definiciones tiene la ventaja que permite que todo paquete activado en el preámbulo del documento pueda reconocer, en principio, las opciones globales que han sido definidas.

Incluso en el caso que un paquete de definiciones no reconozca una o más de las opciones globales del documento, este hecho no afecta el funcionamento correcto del paquete de definiciones.

El paquete babel da soporte, de momento, a los idiomas siguientes, además del inglés norteamericano que, por cierto, es el idioma por defecto de los documentos LaTeX: alemán (german), inglés británico (english), bretón (breton), castellano (spanish), catalán (catalan), croata (croatian), danés (danish), escocés (scottish), eslovaco (slovak), esloveno (slovanian), esperanto (esperanto), estoniano (estonian), finés (finnish), francés (french), gallego (galician), húngaro (hungarian), irlandés (irish), italiano (italian), idiomas indonesios (bahasa), holandés (dutch), noruego (norwegian), polaco (polish), portugués (portuguese), rumanés (romanian), serbio (lower sorbian y upper sorbian), sueco (swedish), turco (turkish) y checo (czeck).

El soporte básico que da el paquete babel a todos los idiomas es el siguiente. Por una parte, ofrece un mecanismo general para introducir incisos o citaciones escritos en otro idioma. La macro

`\foreignlanguage{`*idioma*`}{`*texto*`}`

compone *texto* según las convenciones ortográficas y tipográficas del idioma incluido como parámetro de la macro. Por ejemplo, la manera correcta de escribir en castellano el nombre y los apellidos del autor de este libro es

```
Gabriel
\foreignlanguage{spanish}{Valiente}
\foreignlanguage{italian}{Feruglio}
```

porque el apellido Valiente es de origen español y Feruglio es de origen italiano. Así se obtienen las posiciones correctas de división en sílabas, Va-lien-te y Fe-ru-glio, en lugar de las posiciones de división en sílabas Va-liente y Fe-ru-glio que se obtienen según las normas ortográficas del idioma inglés. Esta consideración puede resultar muy útil a la hora de escribir nombres extranjeros, como por ejemplo apellidos de autores norteamericanos o alemanes, cuya separación en sílabas según sus normas ortográficas difiere considerablemente de la separación en sílabas que se obtiene según las normas ortográficas castellanas.

Cuando el texto escrito en otro idioma es mucho más extenso que sólo unas pocas palabras, como por ejemplo todo un párrafo o incluso un apartado, puede resultar conveniente especificar el idioma en que se compone esta parte del documento. La macro

`\selectlanguage{`*idioma*`}`

cambia temporalmente el idioma en que se compone el documento, es decir, este cambio premanece efectivo hasta la próxima macro `\selectlanguage`.

Además, hay la posibilidad de componer un texto u otro según cual sea el idioma en que se compone una parte del documento. La macro

`\iflanguage{`*idioma*`}{`*texto afirmativo*`}{`*texto negativo*`}`

compone el *texto afirmativo* si el idioma en que se compone la parte del documento donde se ha introducido la macro es la indicada como parámetro de la macro, pues de otro modo compone el *texto negativo*. Por ejemplo,

```
\iflanguage{spanish}{Resumen}{Abstract}
```

compone la traducción castellana *Resumen* de la palabra inglesa *Abstract* sólo si se ha activado la opción spanish del paquete de definiciones babel.

Por otra parte, el soporte adicional que da el paquete babel a cada idioma depende del idioma de que se trate. En el caso del castellano, la opción spanish del paquete babel ha sido desarrollada por J. Braams y J. Sánchez y da soporte a las principales normas ortográficas y convenciones tipográficas castellanas.

Este soporte consiste, por una parte, en una serie de macros para producir las comillas bajas o francesas (*guillemets*), para introducir guiones y posiciones de división de palabras en sílabas que no anulan la división en sílabas del resto de la palabra, así como macros alternativas para escribir caracteres con signos diacríticos.

Las comillas dobles pueden ser altas o bajas, es decir, inglesas o francesas. Mientras que las comillas altas (“ y ”) son prácticamente estándares en la tipografía de los países anglosajones, las comillas bajas (≪ y ≫) tienen su sitio en la tradición ortográfica castellana y resuelven muy bien algunos problemas tipográficos de contacto de signos, como por ejemplo cuando se apostrofan palabras incluidas entre comillas. Desgraciadamente, sin embargo, las comillas bajas se han visto reemplazadas muchas veces por las comillas altas, posiblemente a causa de dificultades técnicas para componerlas con los sistemas de composición mecánica de origen anglosajón. Con la opción spanish del paquete babel, las comillas bajas se obtienen mediante las macros adicionales `"<` y `">`.

Esta opción también permite introducir guiones y posiciones de división de una palabra en sílabas, equivalentes a los guiones y las posiciones de división del LATEX pero que no anulan la división en sílabas del resto de la palabra. La macro para las posiciones de división en sílabas es la misma que la macro correspondiente del LATEX, `\-`, mientras que la macro pera el guión es `"-`. Además, la macro `""` introduce una posición de división sin introducir también un guión, y permite escribir, por ejemplo, `entrada/""salida`, y la macro adicional `"|` cancela una ligadura, además de introducir una posición de división en sílabas, y permite escribir, por ejemplo, `f"|i` en lugar de `f{}i`. Finalmente, las macros alternativas para escribir caracteres con signos diacríticos son `"u`, `"U` para la diéresis, además de `~n`, `~N` para la eñe y de `"a`, `"o` para los ordinales femenino y masculino, respectivamente.

En resumen, les macros adicionales que da la opción spanish del paquete babel son las siguientes:

`"u`	ü	`"U`	Ü
`"a`	ª	`"o`	º
`~n`	ñ	`~N`	Ñ
`"<`	≪	`">`	≫
`\-`	posición de división que no anula la división en sílabas del resto de la palabra		
`"-`	guión que no anula la división en sílabas del resto de la palabra		
`""`	posición de división que no introduce un guión y que no anula la división en sílabas del resto de la palabra		
`"|`	cancela una ligadura		

Por otra parte, la opción spanish da traducciones de algunas macros del LaTeX que salen de manera automática en los documentos, como por ejemplo *Bibliografía* en el título de una bibliografía en lugar de *Bibliography*. También compone la fecha en que se procesa o se compone el documento LaTeX (mediante la macro `\date`) en el formato correcto, como por ejemplo 11 de septiembre de 1995 en lugar de September 11, 1995. Las traducciones son las siguientes:

macro	inglés	castellano
`\abstractname`	Abstract	Resumen
`\alsoname`	see also	véase también
`\appendixname`	Appendix	Apéndice
`\bibname`	Bibliography	Bibliografía
`\ccname`	cc	Copia a
`\chaptername`	Chapter	Capítulo
`\contentsname`	Contents	Índice general
`\enclname`	encl	Adjunto
`\figurename`	Figure	Figura
`\headtoname`	To	A
`\indexname`	Index	Índice de materias
`\listfigurename`	List of Figures	Índice de figuras
`\listtablename`	List of Tables	Índice de tablas
`\pagename`	Page	Página
`\partname`	Part	Parte
`\prefacename`	Preface	Prefacio
`\seename`	see	véase
`\refname`	References	Referencias
`\tablename`	Table	Tabla
`\proofname`	Proof	Demostración

4.5 Pólizas y fuentes de caracteres de texto

El LaTeX escoge la fuente de caracteres y el cuerpo más apropiado en cada caso, en función de la clase de documento y de su estructura lógica (capítulos, apartados, etc.). Así, hay en todo momento una fuente seleccionada y un cuerpo fijo, llamadas *fuente base* y *cuerpo base*, respectivamente.

De hecho, las fuentes se especifican en LaTeX como combinación de tres componentes: la forma, la serie y la familia de la fuente. La *forma* puede ser redonda, cursiva, redonda inclinada o versalita, mientras que la *serie* puede ser normal o negrita y la *familia* puede ser romana, lineal o mecanográfica. Las macros y declaraciones siguientes permiten cambiar la fuente en que se compone una parte del documento.

Macro	Declaración	Ejemplo
\textup{*texto*}	\upshape *texto*	Redonda
\textit{*texto*}	\itshape *texto*	*Cursiva*
\textsl{*texto*}	\slshape *texto*	*Redonda inclinada*
\textsc{*texto*}	\scshape *texto*	Versales y versalitas
\textmd{*texto*}	\mdseries *texto*	Normal
\textbf{*texto*}	\bfseries *texto*	**Negrita**
\textrm{*texto*}	\rmfamily *texto*	Romana
\textsf{*texto*}	\sffamily *text*	Lineal
\texttt{*texto*}	\ttfamily *texto*	`Mecanográfica`

Cabe notar que el texto compuesto con la familia *mecanográfica*, es decir, compuesto con las macros `\texttt` o `\ttfamily`, no se puede dividir en sílabas, salvo que se introduzcan posiciones de división explícitas mediante macros `\-`.

Estas macros y declaraciones se pueden combinar para seleccionar una gran variedad de fuentes. No todas las combinaciones de forma, serie y familia, sin embargo, están disponibles en toda implementación del sistema LaTeX. Cuando se especifica una fuente que no está disponible, el LaTeX da un mensaje de aviso (*LaTeX Font Warning*) y la substituye automáticamente por la fuente que más se le parece de entre todas las que hay disponibles.

Así, por ejemplo, de las 24 combinaciones posibles siguientes sólo 10 no están disponibles en la distribución estándar del sistema LaTeX.

Forma	Serie	Familia	Ejemplo
Redonda	Normal	Romana	Ejemplo
		Lineal	Ejemplo
		Mecanográfica	`Ejemplo`
	Negrita	Romana	**Ejemplo**
		Lineal	**Ejemplo**
		Mecanográfica	—
Cursiva	Normal	Romana	*Ejemplo*
		Lineal	—
		Mecanográfica	*`Ejemplo`*
	Negrita	Romana	***Ejemplo***
		Lineal	—
		Mecanográfica	—
Redonda inclinada	Normal	Romana	*Ejemplo*
		Lineal	*Ejemplo*
		Mecanográfica	*`Ejemplo`*
	Negrita	Romana	***Ejemplo***
		Lineal	—
		Mecanográfica	—
Versalita	Normal	Romana	EJEMPLO
		Lineal	—
		Mecanográfica	`EJEMPLO`
	Negrita	Romana	—
		Lineal	—
		Mecanográfica	—

Las macros siguientes, por otra parte, permiten cambiar el cuerpo de la fuente en que se compone una parte del documento. También cambian el interlineado, siempre que tengan efecto antes del final del párrafo, es decir, siempre que no se vuelva a cambiar el cuerpo base dentro del mismo párrafo del documento LaTeX.

Macro	Ejemplo
`\tiny`	el cuerpo más pequeño de todos
`\scriptsize`	cuerpo aún mucho más pequeño
`\footnotesize`	cuerpo mucho más pequeño
`\small`	cuerpo pequeño
`\normalsize`	cuerpo normal
`\large`	cuerpo grande
`\Large`	cuerpo más grande
`\LARGE`	cuerpo mucho más grande
`\huge`	cuerpo aún mucho más grande
`\Huge`	el cuerpo más grande de todos

4.6 Espaciado de textos

A pesar que cada clase de documento LaTeX tiene una maqueta asociada, que define la caja del documento, el interlineado, el espaciado entre palabras, entre párrafos y entre capítulos y apartados, además de muchas otras cosas, a veces puede resultar necesario o conveniente modificar alguno de estos aspectos.

Cuanto al espaciado entre palabras, el LaTeX introduce más o menos espacio, es decir, espacios de tamaño variable, para componer un párrafo de forma óptima, por ejemplo, para conseguir un alineado perfecto del texto del documento contra los márgenes izquierdo y derecho. El espacio que introduce cuando acaba una frase es sensiblemente más amplio que el que introduce entre dos palabras, para hacer más legible el texto compuesto.

Ahora bien, el LaTeX presupone que las frases acaban con punto, signo de interrogación o signo de exclamación, pero también que todo punto o signo de interrogación o de exclamación indica el final de una frase, salvo el caso de un punto detrás de una letra mayúscula, porque este suele ser el caso de las abreviaciones. Toda excepción a estas reglas se ha de especificar mediante macros del LaTeX.

La macro `\␣` (es decir, una barra invertida delante de un espacio) introduce un espacio de tamaño fijo, mientras que la macro de tilde (`~`) introduce un espacio de tamaño fijo a la vez que prohibe la división de la línea. Además, la macro `\@` delante de un punto especifica que este punto no corresponde al final de la frase:

Véase el Cap. 11.
Véase el Cap. 11.
Véase el Cap. 11.
LaTeX o WYSIWYG. Esta es la cuestión.
LaTeX o WYSIWYG. Esta es la cuestión.

```
Véase el Cap. 11. \\
Véase el Cap.\ 11. \\
Véase el Cap.~11. \\
\LaTeX\ o WYSIWYG. Esta
                   es la cuestión.\\
\LaTeX\ o WYSIWYG\@. Esta
              es la cuestión.
```

Cuanto al espaciado entre líneas, la macro

```
\renewcommand{\baselinestretch}{factor}
```

permite cambiar el interlineado, donde *factor* es un número entero o real, por defecto igual a 1. Así, `\renewcommand{\baselinestretch}{1,5}` en el preámbulo o en el cuerpo del documento especifica la composición a espacio y medio, mientras que la composición a doble espacio se especifica mediante `\renewcommand{\baselinestretch}{2}`. Esta macro, sin embargo, no tiene un efecto inmediato sino que se ha de escribir una macro de cambio de cuerpo de la fuente base, como por ejemplo:

```
\renewcommand{\baselinestretch}{1,25}
\normalsize
```

Tanto el espaciado de los párrafos como el sangrado de cada párrafo se pueden modificar mediante macros del LaTeX. Las macros

```
\setlength{\parindent}{tamaño}
\setlength{\parskip}{tamaño flexible}
```

en el preámbulo del documento especifican el tamaño del sangrado de los párrafos y el espaciado entre párrafos, respectivamente, donde *tamaño* es un tamaño expresado en cualquiera de las unidades de medida que usa el LaTeX: puntos Didot, cíceros, puntos pica, picas, centímetros, milímetros, pulgadas, puntos redondeados (*big points*), puntos escalares (*scaled points*), cuadratines (un cuadratín es, aproximadamente, la anchura de una letra M en el cuerpo base) y espacios modulares (un espacio modular es, aproximadamente, la altura de una letra x en el cuerpo base); y *tamaño flexible* es una medida variable, es decir, una medida que puede ensancharse y encogerse para que el LaTeX pueda componer el texto de manera óptima. Las unidades de medida del LaTeX se expresan de la manera siguiente:

`dd`	punto Didot (1157 dd = 1238 pt)
`cc`	cícero (1 cc = 12 dd)
`pt`	punto pica
`pc`	pica (1 pc = 12 pt)
`cm`	centímetro (2,54 cm = 1 in)
`mm`	milímetro (10 mm = 1 cm)
`in`	pulgada (1 in = 72,27 pt)
`bp`	punto redondeado (72 bp = 1 in)
`sp`	punto escalar (65536 sp = 1 pt)
`em`	cuadratín
`ex`	espacio modular

Las dos últimas son unidades relativas al cuerpo base, mientras que todas las otras son unidades de medida absolutas.

Así, la macro `\setlength{\parindent}{0pt}` elimina el sangrado de los párrafos, mientras que la macro `\setlength{\parskip}{1em plus 0,5em minus 0,2em}` aumenta el espaciado entre párrafos, el cual podrá variar entre 0,8 cuadratines y 1,5 cuadratines.

Es posible también introducir un sangrado en un párrafo en particular, mediante la macro

```
\indent
```

al inicio del párrafo. Obviamente, esto será efectivo siempre que el tamaño del sangrado no haya sido especificado como un valor igual a cero mediante la macro `\parindent`. Para introducir un sangrado en el primer párrafo de cada capítulo y apartado, sin embargo, basta activar el paquete de definiciones indentfirst.

Asimismo, se puede eliminar el sangrado en un párrafo en particular, mediante la macro

```
\noindent
```

al principio del párrafo. Esto suele ser necesario cuando el cuerpo del documento no comienza con ningún título de capítulo o apartado y, por lo tanto, el LaTeX no elimina el sangrado del primer párrafo.

El LaTeX determina de manera automática el espaciado más adecuado entre palabras y párrafos. Sin embargo, a veces puede resultar más conveniente agregar espacios en un documento LaTeX, tanto espacio entre palabras (espaciado horizontal) como espacio entre párrafos (espaciado vertical). La macro

`\hspace{`*tamaño*`}`

introduce un espacio horizontal de longitud igual a *tamaño*. Sin embargo, el LaTeX elimina el espacio horizontal agregado, cuando éste cae al comienzo o al final de una línea. En este caso, es preciso introducir la macro `\hspace*` en lugar de `\hspace`.

Este es un espacio de cinco cuadratines.	`Este\hspace{5em}es un espacio de cinco cuadratines.`

También se puede agregar espacio entre dos párrafos. La macro

`\vspace{`*tamaño*`}`

introduce un espacio vertical de longitud igual a *tamaño*. Normalmente esta macro se escribe entre dos líneas en blanco, porque de otro modo la macro `\vspace` no tiene efecto en el lugar donde se escribe sino al final del párrafo. El LaTeX también elimina el espacio vertical agregado cuando éste cae al comienzo o al final de una página. En este caso, es preciso escribir la macro `\vspace*` en lugar de `\vspace`.

Asimismo, se puede agregar espacio vertical entre dos líneas de un párrafo. La macro

`\\[`*tamaño*`]`

divide la línea e introduce un espacio vertical de longitud igual a *tamaño* antes de la línea siguiente.

Además, las clases estándares de documentos LaTeX definen tres tamaños estándares de espaciado vertical, los cuales se introducen mediante las macros

```
\smallskip
\medskip
\bigskip
```

La longitud del espacio vertical que introducen estas macros varía según la clase de documentos LaTeX de que se trate, pero en las clases estándares de documentos LaTeX el espacio `\smallskip` es de 3 puntos, el espacio `\medskip` es de 6 puntos y el espacio `\bigskip` es de 12 puntos, aproximadamente.

Todos estos son espacios horizontales y verticales de tamaño fijo. Se puede introducir también espaciado de tamaño variable, mediante la macro

`\stretch{`*factor*`}`

donde n es un número entero o real que especifica la proporción en la cual el espacio puede ensancharse hasta ocupar todo el espacio que queda en la línea o en la página. El espaciado de tamaño variable es muy útil para alinear texto, tanto horizontalmente como verticalmente.

x x x

```
x\hspace{\stretch{1}}
x\hspace{\stretch{2}}x
```

Para alinear verticalmente el texto es preciso escribir la macro `\stretch` conjuntamente con las macros `\vspace` y `\pagebreak`. Por ejemplo, se puede centrar un párrafo en una página poniendo la macro `\vspace*{\stretch{1}}` antes del párrafo y la macro `\vspace*{\stretch{1}}` seguida de la macro `\pagebreak` después del párrafo, y se puede componer un párrafo a final de página poniendo la macro `\vspace{\stretch{1}}` antes del párrafo y la macro `\pagebreak` después del párrafo.

Finalmente, la macro

`\hfill`

introduce un espacio horizontal de tamaño variable, el cual puede ensancharse desde un tamaño nulo hasta ocupar todo el espacio que queda en la línea, mientras que la macro

`\vfill`

introduce una división de párrafo y un espacio vertical de tamaño variable, el cual puede ensancharse desde un tamaño nulo hasta ocupar todo el espacio que queda en la página. La macro `\hfill` es equivalente a la macro `\hspace{\fill}`, mientras que la macro `\vfill` equivale a una línea en blanco seguida de una macro `\vspace{\fill}`.

4.7 Entornos de texto

El LaTeX incorpora una serie de entornos de texto estándar, que resuelven algunos problemas específicos de composición de textos. Los más importantes son los que permiten componer incisos, citaciones y poemas (quote, quotation y verse), enumeraciones (itemize, enumerate, description y list), texto alineado horizontalmente (flushleft, flushright, center, tabular y tabbing) y texto mecanografiado (verbatim), así como las llamadas *minipáginas* (minipage).

Los entornos se especifican mediante un par de macros

`\begin{`*nombre*`}` *texto* `\end{`*nombre*`}`

donde *nombre* es el nombre del entorno. Por ejemplo, el entorno itemize, que se describe más abajo, permite componer enumeraciones o listas los elementos de las cuales se disponen formando un párrafo aparte y se identifican mediante redondillas:

Según el objeto particular de su estudio, la matemática se divide en:

- Geometría
- Álgebra
- Análisis matemático
- Topología
- Teoría de conjuntos
- Teoría de los números
- Cálculo de probabilidades
- Cálculo numérico

```
Según el objeto particular de su
estudio, la matemática se divide en:
\begin{itemize}
\item Geometría
\item Álgebra
\item Análisis matemático
\item Topología
\item Teoría de conjuntos
\item Teoría de los números
\item Cálculo de probabilidades
\item Cálculo numérico
\end{itemize}
```

También se pueden definir nuevos entornos, mediante la macro

\newenvironment{*nombre*}{*apertura*}{*cierre*}

donde *nombre* es el nombre del nuevo entorno y *apertura* y *cierre* son series de macros que se activan al inicio y al final del entorno. Los entornos nuevos se suelen definir en términos de otros entornos ya existentes, como por ejemplo el entorno itemize, de tal manera que las macros *apertura* abren estos entornos y las macros *cierre* los cierran, además de introducir otros efectos como, por ejemplo, el resalte de los elementos de la enumeración:

La interpenetración entre ramas ha hecho que uno pueda englobar la matemática en tres campos:

- *el* álgebra *o matemática del discreto y de los procedimientos finitos,*
- *el* análisis *o tratamiento del infinito y del continuo (sobre la noción del límite),*
- *la* topología *o estudio de la continuidad.*

```
La interpenetración entre ramas ha hecho
que uno pueda englobar la matemática en
tres campos: \newenvironment{enumeracion}
  {\begin{itemize}\em}
  {\end{itemize}} \begin{enumeracion}
\item el \emph{álgebra} o matemática del
discreto y de los procedimientos finitos,
\item el \emph{análisis} o tratamiento del
infinito y del continuo (sobre la
noción del límite),
\item la \emph{topología} o estudio de
la continuidad. \end{enumeracion}
```

Los entornos pueden incluir otros entornos, y así sucesivamente, siempre que se mantenga el orden en que se abren y se cierran los diferentes entornos. Por ejemplo,

```
\begin{itemize} ... \begin{em} ... \end{em} ... \end{itemize}
```

es correcto, mientras que

```
\begin{itemize} ... \begin{em} ... \end{itemize} ... \end{em}
```

no lo es, porque se ha cerrado el entorno `itemize` antes de haber cerrado el entorno `em`.

Los nuevos entornos también pueden tener argumentos. Su definición se hace en este caso mediante la macro

`\newenvironment{`*nombre*`}[`*n*`]{`*apertura*`}{`*cierre*`}`

donde n es el número de argumentos. Los parámetros $\#1, \#2, \dots, \#n$ sólo pueden aparecer en la serie de macros *apertura*. Por ejemplo:

La interpenetración entre ramas ha hecho que uno pueda englobar la matemática en tres campos:

> *Álgebra* o matemática del discreto y de los procedimientos finitos.
>
> *Análisis* o tratamiento del infinito y del continuo (sobre la noción del límite).
>
> *Topología* o estudio de la continuidad.

```
La interpenetración entre ramas ha
hecho que uno pueda englobar la
matemática en tres campos:
\newenvironment{elemento}[1]
  {\begin{quote}\emph{#1}}
  {\end{quote}}
\begin{elemento}{Álgebra} o matemática
del discreto y de los procedimientos
finitos. \end{elemento}
\begin{elemento}{Análisis} o tratamiento
del infinito y del continuo (sobre la
noción del límite). \end{elemento}
\begin{elemento}{Topología} o estudio
de la continuidad. \end{elemento}
```

La activación de una macro `\newenvironment` da un error del LATEX si el entorno ya había sido definido, o si se trata de uno de los entornos estándares del LATEX. En estos casos, es posible modificar la definición del entorno existente, mediante la macro

```
\renewenvironment
```

En general, sin embargo, no es recomendable cambiar la definición de un entorno estándar del LATEX, salvo que se conozca su funcionalidad con todo detalle y que se sepa exactamente qué uso se ha hecho en el documento LATEX y también qué uso se quiere hacer. Resulta conveniente, entonces, cambiar el nombre del entorno por otro nombre que aún no haya sido definido.

Composición de incisos, citaciones y poemas

Cuando se ha de resaltar todo un párrafo de texto, la macro `\emph` deja de ser conveniente y es recomendable componerlo en un entorno de inciso o `quote`. Por ejemplo:

Los autores del libro *Ortotipografía* afirman que

> Para gobernarse en el mundo de las letras ahora ya no basta la vieja urbanidad ortográfica: la galaxia Gutenberg, más señora que nunca, impone la orto*tipo*grafía.

```
Los autores del libro \emph{Ortotipografía}
afirman que \begin{quote}
Para gobernarse en el mundo de las letras
ahora ya no basta la vieja urbanidad
ortográfica: la galaxia Gutenberg, más
señora que nunca, impone
la orto\emph{tipo}grafía. \end{quote}
```

Cuando el texto en que se quiere hacer el resalte consiste en una serie de párrafos, sin embargo, resulta conveniente componerlo en un entorno de citación o quotation. Por ejemplo:

Los autores del libro *Ortotipografía* afirman en la contraportada que

> A principios del segundo milenio antes de Cristo, un lapicida fenicio provisto de escarpa y martillo tenía bastante con los veintidós signos del alfabeto que acababa de inventar para expresar todo lo que necesitaba decir.
>
> Cuatro mil años después, un teclista sentado delante de la pantalla del ordenador necesita unos ciento cincuenta signos para componer el texto de una publicación impresa de carácter general.

```
Los autores del libro
\emph{Ortotipografía} afirman en la
contraportada que \begin{quotation}
A principios del segundo milenio antes
de Cristo, un lapicida fenicio provisto
de escarpa y martillo tenía bastante con
los veintidós signos del alfabeto que
acababa de inventar para expresar todo
lo que necesitaba decir. \par
Cuatro mil años después, un teclista
sentado delante de la pantalla del
ordenador necesita unos ciento
cincuenta signos para componer el texto
de una publicación impresa de carácter
general. \end{quotation}
```

Aparte de incisos y citaciones, se puede componer texto en entornos de poemas o verse. A pesar que el hecho de escribir poemas puede parecer una cosa no muy habitual en la comunidad académico-científica, hay muchos profesores e investigadores que son al mismo tiempo escritores, como es el caso de la profesora Cèlia Riba que, en enero de 1985, escribió el poema siguiente:

Així com plou damunt el mar en calma
caient la gota amb plor de fina agulla
que esquinça l'aigua i la claror despulla,
em pren a mi sotmès sota el reialme

del camí inesperat, quan de la balma
he eixit sense saber on la mar mulla
la riba nova allà on l'oreig s'encalma,
i rodo bojament, i el temps s'esfulla.

El meu camí m'emmena vers racons
desconeguts dels ulls, desvetllant móns
del nou i estrany, cercant enllà l'eixida

de l'amarga rutina que em reté
envescat i enxarxat a aquest quefer
que alguns, solemnement, en diuen vida.

Cèlia Riba

```
\begin{verse}
Així com plou damunt el mar en calma \\
caient la gota amb plor de fina agulla \\
que esquinça l'aigua i la claror despulla,
\\ em pren a mi sotmès sota el reialme
\par del camí inesperat, quan de la balma
\\ he eixit sense saber on la mar mulla \\
la riba nova allà on l'oreig s'encalma, \\
i rodo bojament, i el temps s'esfulla.
\par El meu camí m'emmena vers racons \\
desconeguts dels ulls, desvetllant móns \\
del nou i estrany, cercant enllà l'eixida
\par de l'amarga rutina que em reté \\
envescat i enxarxat a aquest quefer \\
que alguns, solemnement, en diuen vida.
\par \rightline{\emph{Cèlia Riba}}
\end{verse}
```

Composición de enumeraciones

Se pueden componer enumeraciones o listas y disponer sus elementos formando un párrafo aparte, mediante los entornos itemize, enumerate, description y list. Dentro de estos entornos, cada elemento de la enumeración ha de ir precedido de la macro `\item`.

En el caso del entorno itemize, los elementos de la enumeración se identifican mediante una redondilla, pero mediante un guión largo en negrita si se trata de una enumeración de enumeraciones, mediante un asterisco en el caso de una enumeración los elementos de la cual son enumeraciones de elementos que son, a su vez, enumeraciones, y mediante un punto volado (`\cdot`) en el caso de enumeraciones de enumeraciones de enumeraciones de enumeraciones; es decir, para enumeraciones de primer nivel, de segundo nivel, de tercer nivel y de cuarto nivel, respectivamente:

- Introducción al LaTeX
- Texto con LaTeX
  - Reglas básicas
  - Entornos de texto
    - Incisos, citaciones y poemas
      - quote
      - quotation
      - verse
    - Enumeraciones
    - Texto alineado horizontalmente
    - Texto mecanografiado

```
\begin{itemize}
\item Introducción al \LaTeX
\item Texto con \LaTeX \begin{itemize}
\item Reglas básicas
\item Entornos de texto \begin{itemize}
\item Incisos, citaciones y poemas
\begin{itemize} \item \textsf{quote}
\item \textsf{quotation}
\item \textsf{verse} \end{itemize}
\item Enumeraciones
\item Texto alineado horizontalmente
\item Texto mecanografiado \end{itemize}
\end{itemize} \end{itemize}
```

En el caso del entorno enumerate, los elementos de la enumeración se identifican mediante números arábigos, mediante letras minúsculas incluidas entre paréntesis, mediante números romanos en minúscula o bien mediante letras mayúsculas, según se trate de enumeraciones de primer nivel, segundo, tercero o cuarto, respectivamente:

1. Introducció al LaTeX
2. Texto con LaTeX
   (a) Reglas básicas
   (b) Entornos de texto
      i. Incisos, citaciones y poemas
         A. quote
         B. quotation
         C. verse
      ii. Enumeraciones
      iii. Texto alineado horizontalmente
      iv. Texto mecanografiado

```
\begin{enumerate}
\item Introducció al \LaTeX
\item Texto con \LaTeX \begin{enumerate}
\item Reglas básicas
\item Entornos de texto \begin{enumerate}
\item Incisos, citaciones y poemas
\begin{enumerate} \item \textsf{quote}
\item \textsf{quotation}
\item \textsf{verse} \end{enumerate}
\item Enumeraciones
\item Texto alineado horizontalmente
\item Texto mecanografiado
\end{enumerate} \end{enumerate}
\end{enumerate}
```

El LaTeX admite hasta un máximo de cuatro niveles de enumeraciones, los cuales no han de ser necesariamente todos entornos itemize, todos enumerate, todos description o todos entornos list:

1. Composición de textos científicos
2. Preparación electrónica de originales
   - Programas de composición visual
   - Procesadores de textos científicos
   - Rudimentos de tipografía

```
\begin{enumerate}
\item Composición de textos científicos
\item Preparación electrónica
de originales \begin{itemize}
\item Programas de composición visual
\item Procesadores de textos científicos
\item Rudimentos de tipografía
\end{itemize} \end{enumerate}
```

Tanto en el entorno itemize como en el entorno enumerate, la identificación estándar de los elementos de la enumeración se puede cambiar mediante un argumento opcional de la macro `\item`, que da la identificación del elemento de la enumeración:

`\item [`*etiqueta*`]` *elemento*

Esta etiqueta puede ser, de hecho, cualquier macro que permita identificar el elemento y distinguirlo del resto de los elementos de la enumeración:

(1) Introducción al LaTeX
(2) Texto con LaTeX
(3) Matemáticas con LaTeX
(4) Figuras y tablas con LaTeX
(5) Gráficos con LaTeX

```
\begin{itemize}
\item [(1)] Introducción al \LaTeX
\item [(2)] Texto con \LaTeX
\item [(3)] Matemáticas con \LaTeX
\item [(4)] Figuras y tablas con \LaTeX
\item [(5)] Gráficos con \LaTeX
\end{itemize}
```

También se puede cambiar la identificación estándar de todos los elementos de una enumeración, mediante las macros

`\renewcommand{\labelitemi}{`*identificación*`}`
`\renewcommand{\labelitemii}{`*identificación*`}`
`\renewcommand{\labelitemiii}{`*identificación*`}`
`\renewcommand{\labelitemiv}{`*identificación*`}`

para las enumeraciones de primer nivel, segundo, tercero y cuarto, respectivamente, de un entorno itemize. Por ejemplo:

– Introducción al LaTeX
– Texto con LaTeX
– Matemáticas con LaTeX
– Figuras y tablas con LaTeX
– Gráficos con LaTeX

```
\renewcommand{\labelitemi}{\textbf{--}}
\begin{itemize} \item Introducción al
\LaTeX \item Texto con \LaTeX
\item Matemáticas con \LaTeX
\item Figuras y tablas con \LaTeX
\item Gráficos con \LaTeX \end{itemize}
```

En el caso del entorno description, los elementos de la enumeración han de incluir necesariamente el parámetro *etiqueta*. Esta etiqueta o identificación de los elementos se compone automáticamente en negrita:

La interpenetración entre ramas ha hecho que uno pueda englobar la matemática en tres campos:

Álgebra Matemática del discreto y de los procedimientos finitos.

Análisis Tratamiento del infinito y del continuo (sobre la noción del límite).

Topología Estudio de la continuidad.

```
La interpenetración entre ramas ha
hecho que uno pueda englobar la
matemática en tres campos:
\begin{description}
\item [Álgebra] Matemática del discreto
y de los procedimientos finitos.
\item [Análisis] Tratamiento del infinito
y del continuo (sobre la noción
del límite). \item [Topología] Estudio
de la continuidad. \end{description}
```

El entorno list es una generalización de los otros entornos de enumeración. De hecho, muchos de los entornos del LaTeX han sido programados por su autor como variaciones del entorno list.

Una enumeración se entiende, en general, como una lista cuyos elementos se disponen formando un párrafo aparte, con una separación adicional respecto a los márgenes izquierdo y derecho, y se identifican mediante una etiqueta. Eventualmente, estas etiquetas pueden ser vacías y la separación adicional respecto a los márgenes puede ser nula.

Este entorno tiene dos argumentos. El primer argumento es el texto que se ha de usar como etiqueta de todo elemento de la enumeración que no lleve el argumento opcional de identificación en la macro `\item` correspondiente. El segundo argumento consiste en declaraciones que determinan el formato de la enumeración.

Para poder enumerar automáticamente los elementos de la enumeración, el segundo argumento del entorno list puede incluir un *contador*, es decir, una variable cuyo valor se inicializa al comienzo del entorno y se incrementa en una unidad justo antes de cada macro `\item` que no lleve el argumento opcional de identificación del elemento.

Además de los contadores estándares del LaTeX (part, chapter, section, subsection, subsubsection, paragraph, subparagraph, page, equation, figure, table, footnote, mpfootnote, enumi, enumii, enumiii y enumiv),mediante la macro `\newcounter{`*contador*`}` se pueden definir nuevos contadores . Los nuevos contadores se pueden usar en el segundo argumento del entorno list mediante la macro `\usecounter{`*contador*`}`:

Los axiomas de Armstrong para la inferencia de dependencias funcionales en bases de datos relacionales son los siguientes:

A–I Reflexividad

A–II Extensibilidad

A–III Pseudotransitividad

```
Los axiomas de Armstrong para la
inferencia de dependencias funcionales
en bases de datos relacionales
son los siguientes: \newcounter{axioma}
\begin{list}{A--\Roman{axioma}}
{\usecounter{axioma}
\setlength{\labelwidth}{15mm}}
\item Reflexividad \item Extensibilidad
\item Pseudotransitividad \end{list}
```

Hay también una forma muy simplificada del entorno list, el entorno trivlist, que no admite ningún argumento y que simplemente anula la anchura de la etiqueta de identificación de los elementos de la enumeración, como también anula la separación adicional respecto a los márgenes izquierdo y derecho.

Este entorno puede ser de alguna utilidad para definir entornos de enumeración de un único elemento, sin ninguna identificación. Por ejemplo, el entorno

`\begin{center}` *texto* `\end{center}`

es equivalente a

`\begin{trivlist} \centering \item` *texto* `\end{trivlist}`

Composición de texto alineado horizontalmente

La manera estándar de alinear los párrafos dentro de la anchura de la caja de un documento LaTeX es *justificados* o alineados contra los dos márgenes. Las otras tres maneras básicas de alinear el texto del documento se pueden efectuar mediante los entornos y las declaraciones siguientes:

Entorno	**Declaración**	**Efecto**
flushleft	`\raggedright`	Texto alineado contra el margen izquierdo
flushright	`\raggedleft`	Texto alineado contra el margen derecho
center	`\centering`	Texto centrado entre los dos márgenes

Los ejemplos siguientes ilustran el uso de estos entornos.

Hay cuatro maneras básicas de alinear los
párrafos dentro de la anchura de la caja: (a)
alineado contra el margen izquierdo, (b)
alineado contra el margen derecho, (c)
centrado entre los dos márgenes y (d)
justificado o alineado contra los dos márgenes.

```
\begin{flushleft}
Hay cuatro maneras básicas de
alinear los párrafos dentro de
la anchura de la caja: (a) alineado
contra el margen izquierdo, (b) alineado
contra el margen derecho, (c) centrado
entre los dos márgenes y (d) justificado
o alineado contra los dos márgenes.
\end{flushleft}
```

Hay cuatro maneras básicas de alinear los
párrafos dentro de la anchura de la caja: (a)
alineado contra el margen izquierdo, (b)
alineado contra el margen derecho, (c)
centrado entre los dos márgenes y (d)
justificado o alineado contra los dos márgenes.

```
\begin{flushright}
Hay cuatro maneras básicas de
alinear los párrafos dentro de
la anchura de la caja: (a) alineado
contra el margen izquierdo, (b) alineado
contra el margen derecho, (c) centrado
entre los dos márgenes y (d) justificado
o alineado contra los dos márgenes.
\end{flushright}
```

Hay cuatro maneras básicas de alinear los párrafos dentro de la anchura de la caja: (a) alineado contra el margen izquierdo, (b) alineado contra el margen derecho, (c) centrado entre los dos márgenes y (d) justificado o alineado contra los dos márgenes.

```
\begin{center}
Hay cuatro maneras básicas de
alinear los párrafos dentro de
la anchura de la caja: (a) alineado
contra el margen izquierdo, (b) alineado
contra el margen derecho, (c) centrado
entre los dos márgenes y (d) justificado
o alineado contra los dos márgenes.
\end{center}
```

Aparte de estas tres formas básicas de alineación horizontal, el entorno tabular permite la composición de tablas de texto alineado en columnas, separadas opcionalmente por líneas horizontales y verticales. El LATEX determina automáticamente la anchura de cada columna.

En una variante del entorno tabular, el entorno tabular*, se ha de especificar la anchura total que se quiere para la tabla. El LATEX determina en este caso la anchura de cada columna y el espaciado entre columnas necesario para llenar exactamente la anchura total especificada.

El entorno tabular requiere un argumento, el cual especifica el formato de la tabla. Tiene que haber una entrada para cada columna de la tabla. Las entradas admitidas son `l` para una columna de texto alineado contra el margen izquierdo, `r` para una columna de texto alineado contra el margen derecho, `c` para una columna de texto centrado y `p{`*anchura*`}` para una columna que contenga un párrafo de texto de la anchura indicada.

Además, las entradas de barra vertical `|` indican la inclusión de líneas verticales entre columnas, y una entrada de la forma

`*{`*n*`}{`*formato*`}`

es equivalente a *n* copias de la especificación *formato*, la cual puede incluir, a su vez, otra especificación `*{`*n*`}{`*formato*`}`. Esto permite escribir, por ejemplo, una especificación de seis columnas centradas de la forma `*6c` en lugar de `cccccc`, y una especificación de doce columnas centradas como `*{12}c` en lugar de `cccccccccccc`. Por otra parte, una entrada de la forma

`@{`*texto*`}`

inserta *texto* en cada fila de la tabla, suprimiendo el espaciado adicional que el LATEX normalmente inserta entre las columnas de una tabla.

Este entorno admite también una opción de alineación vertical de la tabla, coincidiendo con la alineación vertical de la primera fila (`t`, *top*), coincidiendo con la alineación vertical de la última fila (`b`, *bottom*) de la tabla, o bien centrada verticalmente (`c`, *center*), que es la opción por defecto. Estas opciones, de hecho, no tienen ningún sentido cuando la tabla se compone en un párrafo aparte, es decir, sólo tienen sentido cuando la tabla se compone dentro de un párrafo. Así entonces, la forma genérica de estos entornos es

`\begin{tabular}[`*alineación*`]{`*formato*`}`
filas
`\end{tabular}`

para el entorno tabular y

```
\begin{tabular*}{anchura}[alineación]{formato}
filas
\end{tabular*}
```

para el entorno `tabular*`.

Dentro del entorno `tabular`, el carácter `&` indica el salto a la columna siguiente, dos barras invertidas `\\` indican el comienzo de una nueva línea o fila de la tabla, la macro `\hline` inserta una línea horizontal que abarca toda la anchura de la tabla, la macro `\cline{`m–n`}` inserta una línea horizontal que se extiende desde la columna m hasta la columna n, donde 1 es la primera columna contando desde la izquierda, y la macro `\vline` inserta una línea vertical que abarca toda la altura de la fila.

No es preciso poner dos barras invertidas `\\` en la última línea o fila de una tabla, salvo que se quiera insertar una línea horizontal al final de la tabla. El siguiente es un ejemplo de una tabla muy sencilla:

Asignatura	Créditos	Dept.
Introducción a la Inteligencia Artificial	4,5	LSI
Técnicas y Métodos de Inteligencia Artificial	4,5	LSI
Ingeniería del Software: Especificación	6	LSI
Ingeniería del Software: Diseño I	6	LSI
Ingeniería del Software: Diseño II	6	LSI
Conceptos Básicos de Redes de Ordenadores	4,5	AC
Sistemas de Transporte de Datos	4,5	AC

```
\begin{tabular}{p{30mm}rc}
Asignatura & Créditos & Dept. \\ \hline
Introducción a la Inteligencia
Artificial & 4,5 & LSI \\
Técnicas y Métodos de Inteligencia
Artificial & 4,5 & LSI \\
Ingeniería del Software: Especificación
& 6 & LSI \\
Ingeniería del Software: Diseño I
& 6 & LSI \\
Ingeniería del Software: Diseño II
& 6 & LSI \\
Conceptos Básicos de Redes de
Ordenadores & 4,5 & AC \\
Sistemas de Transporte de Datos
& 4,5 & AC
\end{tabular}
```

La alineación *vertical* de las entradas de la primera columna de la tabla del ejemplo anterior no es, sin embargo, la más adecuada en este caso. El LATEX compone el texto correspondiente a una especificación de columna `p{`*anchura*`}` como un párrafo, la alineación vertical del cual coincide con la alineación vertical de la primera línea del párrafo, mientras que en este ejemplo la alineación con la última línea del párrafo sería más conveniente, ya que la información contenida en la entrada continúa en las siguientes columnas de la tabla.

Esto se puede resolver mediante la activación del paquete de definiciones `array`, que da muchas opciones adicionales para el entorno `tabular`, entre las cuales `b{`*anchura*`}`, que especifica la composición de un párrafo la alineación vertical del cual coincide con la alineación vertical de su última línea:

Asignatura	Créditos	Dept.
Introducción a la Inteligencia Artificial	4,5	LSI
Técnicas y Métodos de Inteligencia Artificial	4,5	LSI

```
\begin{tabular}{b{30mm}rc}
Asignatura & Créditos & Dept. \\ \hline
Introducción a la Inteligencia
Artificial & 4,5 & LSI \\
Técnicas y Métodos de Inteligencia
Artificial & 4,5 & LSI \\
\end{tabular}
```

Las entradas de la segunda columna de la tabla del ejemplo, sin embargo, de hecho tendrían que estar alineadas en la coma decimal, en lugar de la alineación a la izquierda o a la derecha. El paquete de definiciones dcolumn da la opción adicional de alinear columnas en la coma decimal en el entorno tabular, como también en el entorno de matemáticas array, incluso cuando se mezclan números enteros y números con cifras decimales en las filas de una tabla. La especificación de columna

`D{`*punto*`}{`*coma*`}{`*decimales*`}`

indica la composición de una columna de números alineados en la coma decimal, donde *punto* es el carácter usado en el original electrónico para separar las cifras enteras de las cifras decimales (normalmente una coma, pero un punto en la tradición anglosajona), *coma* es el carácter usado en el documento LaTeX compuesto para separar cifras enteras de decimales (es decir, una coma) y *decimales* es el número máximo de cifras decimales admitidas en la columna, donde un valor negativo especifica que la columna puede incluir cualquier número de cifras decimales.

Así, la especificación `D{.}{,}{-1}` indica la composición de una columna de números con cualquier cantidad de cifras decimales, alineados en la coma decimal y escritos con punto decimal pero compuestos con coma decimal, mientras que la especificación `D{,}{,}{1}` indica la composición de una columna de números que tienen una cifra decimal o ninguna:

Asignatura	Créditos	Dept.
Introducción a la Inteligencia Artificial	4,5	LSI
Técnicas y Métodos de Inteligencia Artificial	4,5	LSI
Compiladores I	4,5	LSI
Compiladores II	4,5	LSI
Ingeniería del Software: Especificación	6	LSI
Ingeniería del Software: Diseño I	6	LSI
Ingeniería del Software: Diseño II	6	LSI

```
\begin{tabular}{b{30mm}D{,}{,}{1}c}
Asignatura &
\multicolumn{1}{r}{Créditos}
& Dept. \\ \hline Introducción a la
Inteligencia Artificial & 4,5 & LSI \\
Técnicas y Métodos de Inteligencia
Artificial & 4,5 & LSI \\
Compiladores I & 4,5 & LSI \\
Compiladores II & 4,5 & LSI \\
Ingeniería del Software: Especificación
& 6 & LSI \\
Ingeniería del Software: Diseño I
& 6 & LSI \\
Ingeniería del Software: Diseño II
& 6 & LSI \end{tabular}
```

Una tabla más compleja incluye, por ejemplo, líneas horizontales y verticales que delimitan con más claridad las filas y las columnas:

n	n^2	n^3	n^4	n^5
1	1	1	1	1
2	4	8	16	32
3	9	27	81	243
4	16	64	256	1024
5	25	125	625	3125
6	36	216	1296	7776
7	49	343	2401	16807
8	64	512	4096	32768
9	81	729	6561	59046
10	100	1000	10000	100000

```
\begin{tabular}{|r|r|r|r|r|} \hline
$n$ & $n^2$ & $n^3$ & $n^4$ & $n^5$ \\
\hline 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\
2 & 4 & 8 & 16 & 32 \\
3 & 9 & 27 & 81 & 243 \\
4 & 16 & 64 & 256 & 1024 \\
5 & 25 & 125 & 625 & 3125 \\
6 & 36 & 216 & 1296 & 7776 \\
7 & 49 & 343 & 2401 & 16807 \\
8 & 64 & 512 & 4096 & 32768 \\
9 & 81 & 729 & 6561 & 59046 \\
10 & 100 & 1000 & 10000 & 100000 \\
\hline \end{tabular}
```

Una delimitación más clara aún se puede conseguir a veces mediante dos líneas horizontales o dos líneas verticales sucesivas:

n	n^2	n^3	n^4	n^5
1	1	1	1	1
2	4	8	16	32
3	9	27	81	243
4	16	64	256	1024
5	25	125	625	3125
6	36	216	1296	7776
7	49	343	2401	16807
8	64	512	4096	32768
9	81	729	6561	59046
10	100	1000	10000	100000

```
\begin{tabular}{|r|r|r|r|r|} \hline
$n$ & $n^2$ & $n^3$ & $n^4$ & $n^5$ \\
\hline \hline 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\
2 & 4 & 8 & 16 & 32 \\
3 & 9 & 27 & 81 & 243 \\
4 & 16 & 64 & 256 & 1024 \\
5 & 25 & 125 & 625 & 3125 \\
\hline \hline
6 & 36 & 216 & 1296 & 7776 \\
7 & 49 & 343 & 2401 & 16807 \\
8 & 64 & 512 & 4096 & 32768 \\
9 & 81 & 729 & 6561 & 59046 \\
10 & 100 & 1000 & 10000 & 100000 \\
\hline \end{tabular}
```

También se pueden incluir entradas que abarcan más de una columna de la tabla, mediante la macro

`\multicolumn{`*n*`}{`*alineación*`}{`*texto*`}`

donde n es el número de columnas que abarca la entrada, *alineación* es una de las especificaciones de columna `l`, `r`, `c` o `p{`*anchura*`}` y *texto* es el texto que se ha de componer. Estas entradas son muy útiles a la hora de alinear el encabezamiento de una serie de columnas de una tabla, como por ejemplo:

Sistemas de medida tipográfica			
Didot	pica	TeX y LaTeX	
punto Didot	punto pica	dd	cm
cícero	pica	cc	mm
		pt	in
		pc	sp
		bp	

```
\begin{tabular}{|c|c|cc|} \hline
\multicolumn{4}{|c|}{Sistemas de medida
tipogr\a'afica} \\ \hline
Didot & pica & \multicolumn{2}{c|}{\TeX\
y \LaTeX} \\ \hline
punto Didot & punto pica & dd & cm \\
c\a'{\i}cero & pica & cc & mm \\
& & pt & in \\ & & pc & sp \\
& & bp & \\ \hline \end{tabular}
```

Las macros `\multicolumn` también resultan muy útiles para cambiar la especificación de una entrada de la tabla, por ejemplo para cambiar la alineación horizontal o para que incluya o deje de incluir una línea vertical:

posición	unidades	decenas	centenas	millares
1	I	X	C	M
2	II	XX	CC	MM
3	III	XXX	CCC	MMM
4	IV	XL	CD	
5	V	L	D	
6	VI	LX	DC	
7	VII	LXX	DCC	
8	VIII	LXXX	DCCC	
9	IX	XC	CM	

```
\begin{tabular}{|r|lll|l|} \hline
posici\a'on & unidades & decenas
& \multicolumn{1}{l}{centenas}
& millares \\ \hline 1 & I & X &
\multicolumn{1}{l}{C} & M \\
2 & II & XX &
\multicolumn{1}{l}{CC} & MM \\
3 & III & XXX & \multicolumn{1}{l}{CCC}
& MMM \\ \cline{5-5}
4 & IV & XL & CD \\ 5 & V & L & D \\
6 & VI & LX & DC \\
7 & VII & LXX & DCC \\
8 & VIII & LXXX & DCCC \\
9 & IX & XC & CM \\
\cline{1-4} \end{tabular}
```

Otra manera de alinear el texto en columnas es mediante el entorno tabbing, entorno que se parece al tabulador de las máquinas de escribir. En el entorno tabbing, la alineación del texto en columnas se especifica fijando posiciones de tabulación (es decir, fijando el espaciado automático del tabulador) y haciendo un salto hasta la próxima posición de tabulación (es decir, deteniendo el carro en la próxima columna del tabulador).

Hay dos maneras de especificar las posiciones de tabulación en un entorno tabbing: en una línea del texto que se ha de componer en columnas o bien, de manera explícita, fijando el espaciado hasta la próxima posición de tabulación. En cualquier caso, dentro del entorno tabbing, una macro `\=` fija una posición de tabulación, una macro `\<` indica un salto hasta la posición de tabulación previa, una macro `\>` indica un salto hasta la próxima posición de tabulación, una macro `\-` fija el margen izquierdo una posición de tabulación hacia la izquierda y una macro `\+` fija el margen izquierdo una posición de tabulación hacia la derecha. Las líneas de la tabla han de ir separadas por macros de final de línea `\\`.

Es preciso tener presente que el LaTeX redefine algunas de las macros estándares para producir signos diacríticos, `` \` ``, `\'` y `\=`, dentro de los entornos tabbing, además de redefinir la

macro `\-` que indica normalmente una posición de división en sílabas. Estos signos diacríticos se pueden componer dentro de un entorno tabbing mediante las macros `\a‘`, `\a’` y `\a=`, mientras que no es preciso indicar ninguna posición de división en sílabas, dado que las filas de una tabla compuesta con el entorno tabbing nunca se dividen.

Así, las posiciones de tabulación se pueden especificar en las filas mismas de la tabla:

función fib(n: entero): entero
        si n=0 **entonces**
            retorna(0)
        sino
            si n=1 **entonces**
                retorna(1)
            sino
                retorna(fib(n-1)+fib(n-2))
            fsi
        fsi
ffunción

```
\begin{tabbing} \textbf{funci\a'on}
\= fib(n: entero): entero \\
\> \textbf{si} \= n=0 \textbf{entonces} \\
\> \> retorna(0) \\ \> \textbf{sino} \\
\> \> \textbf{si} \= n=1
\textbf{entonces} \\ \> \>
\> retorna(1) \\ \> \> \textbf{sino} \\
\> \> \> retorna(fib(n-1)+fib(n-2)) \\
\> \> \textbf{fsi} \\ \> \textbf{fsi} \\
\textbf{f{}funci\a'on} \end{tabbing}
```

También se pueden especificar de manera explícita:

función fib(n: entero): entero
    si n=0 **entonces**
        retorna(0)
    sino
        si n=1 **entonces**
            retorna(1)
        sino
            retorna(fib(n-1)+fib(n-2))
        fsi
    fsi
ffunción

```
\begin{tabbing}
\quad\=\quad\=\quad\=\quad\= \kill
\textbf{funci\a'on} fib(n: entero): entero
\\ \> \textbf{si} n=0 \textbf{entonces} \\
\> \> retorna(0) \\ \> \textbf{sino} \\
\> \> \textbf{si} n=1 \textbf{entonces} \\
\> \> \> retorna(1) \\
\> \> \textbf{sino} \\
\> \> \> retorna(fib(n-1)+fib(n-2)) \\
\> \> \textbf{fsi} \\ \> \textbf{fsi} \\
\textbf{f{}funci\a'on} \end{tabbing}
```

(donde la macro `\kill` mantiene las posiciones de tabulación pero no compone la fila donde se ha incluido esta macro).

El espaciado delante de las macros `\=` forma parte de la separación entre las posiciones de tabulación correspondientes:

```
x  x  x
x   x   x
```

```
\begin{tabbing}
xxx\=xxx\=xxx\= \kill
x \> x \> x \\
xxx \=xxx \=xxx \= \kill
x \> x \> x
\end{tabbing}
```

Composición de texto mecanografiado

Muchas veces es preciso incluir texto mecanografiado en un documento LaTeX, por ejemplo para indicar, en un manual de instrucciones, todo lo que el usuario de un programa de ordenador ha de escribir con el teclado. A pesar que los caracteres de la familia *mecanográfica* se parecen al texto mecanografiado, la activación de la declaración `\ttfamily` no anula el efecto del algoritmo del LaTeX de división de párrafos en líneas y, por lo tanto, la simulación del texto mecanografiado no es del todo fiel.

El entorno verbatim resuelve este problema al reproducir fielmente todos los espacios y todas las divisiones de línea del texto mecanografiado. Además, los caracteres especiales, como por ejemplo `\` y `{`, son compuestos como caracteres ASCII normales dentro de un entorno verbatim, con lo cual ninguna de las macros del LaTeX excepto `\end{verbatim}` puede ser activada.

Así, el espaciado del texto compuesto dentro de un entorno verbatim es exactamente el espaciado dado en el original electrónico:

```
function fib(n: integer): integer;
begin
if n=0 then
    fib := 0
else if n=1 then
    fib := 1
else
    fib := fib(n - 1) + fib(n - 2);
end;
```

```
\begin{verbatim}
function fib(n: integer): integer;
begin
if n=0 then
    fib := 0
else if n=1 then
    fib := 1
else
    fib := fib(n - 1) + fib(n - 2);
end;
\end{verbatim}
```

El entorno verbatim* da, además, una indicación visual de los espacios incluidos en el original electrónico:

```
function␣fib(n:␣integer):␣integer;
begin
if␣n=0␣then
␣␣␣␣fib␣:=␣0
else␣if␣n=1␣then
␣␣␣␣fib␣:=␣1
else
␣␣␣␣fib␣:=␣fib(n␣-␣1)␣+␣fib(n␣-␣2);
end;
```

```
\begin{verbatim*}
function fib(n: integer): integer;
begin
if n=0 then
    fib := 0
else if n=1 then
    fib := 1
else
    fib := fib(n - 1) + fib(n - 2);
end;
\end{verbatim*}
```

Para incluir texto mecanografiado dentro de un párrafo del documento LaTeX, sin embargo, es preciso emplear las macros `\verb` y `\verb*` en lugar de los entornos verbatim y verbatim*.

El argumento de una macro `\verb` o `\verb*` ha de ir delimitado por dos caracteres idénticos cualesquiera, salvo espacios, letras o asteriscos, en lugar de las llaves que delimitan normalmente

los argumentos de una macro. Esto permite escoger como delimitador cualquier carácter que no haya sido incluido en el texto mecanografiado, como por ejemplo:

La macro `\newenvironment` permite definir nuevos entornos, mientras que `\renewenvironment` sirve para redefinir un entorno existente.

```
La macro \verb+\newenvironment+^^capermite
definir nuevos entornos, mientras que
\verb+\renewenvironment+ sirve para
redefinir un entorno existente.
```

Prácticamente todos los ejemplos en este libro incluyen texto compuesto dentro de un entorno verbatim.

Dado que los caracteres especiales pierden su significado normal dentro de un entorno verbatim o verbatim*, como también dentro del argumento de una macro `\verb` o `\verb*`, estos entornos y macros no se pueden usar dentro de los argumentos de otras macros. Sin embargo, se pueden incluir dentro de otros entornos.

Composición de minipáginas

A veces, puede ser necesario componer un párrafo de texto de una anchura diferente de la anchura normal de la caja, por ejemplo para incluirlo en un gráfico o como entrada de una tabla. Estos párrafos se llaman *minipáginas* y se componen con LATEX mediante el entorno

`\begin{minipage}[`*alineación*`]{`*anchura*`}`
texto
`\end{minipage}`

o bien mediante la macro

`\parbox[`*alineación*`]{`*anchura*`}{`*texto*`}`

El argumento opcional *alineación* determina la alineación vertical de la minipágina, coincidiendo con la alineación vertical de su primera línea (`t`, *top*), coincidiendo con la alineación vertical de su última línea (`b`, *bottom*), o bien centrada verticalmente (`c`, *center*), que es la opción por defecto:

Este es un párrafo alineado verticalmente con su primera línea

Este es un párrafo centrado verticalmente

Este es un párrafo alineado verticalmente con su última línea

```
\parbox[b]{2cm}{Este es un párrafo
alineado verticalmente con su
primera línea}
\parbox{2cm}{Este es un párrafo
centrado verticalmente}
\parbox[t]{2cm}{Este es un párrafo
alineado verticalmente con su
última línea}
```

4.8 Referencias cruzadas

Una de las razones para enumerar las diferentes partes en que se divide un documento LATEX, como por ejemplo los capítulos y los apartados, es poder dirigir el lector hacia una cierta parte del documento mediante lo que se llama *referencias cruzadas*. Otra razón es distinguir los diferentes elementos en que se ha estructurado el trabajo escrito, a pesar que, en este sentido, la enumeración no sería estrictamente necesaria y la identificación de los capítulos y las secciones mediante títulos apropiados podría ser suficiente para distinguirlos.

Una referencia cruzada incluye, entonces, la identificación de una parte del documento, como por ejemplo: "Véase el apartado 4.8 en la página 79 para más detalles", pero en los trabajos científicos también se suelen incluir referencias cruzadas hacia figuras, tablas y teoremas.

A pesar que las referencias cruzadas se pueden escribir de manera explícita en el original electrónico, como por ejemplo:

```
Véase el apartado 4.8 en la página 69 para más detalles,
```

esto conlleva la desventaja que una modificación eventual de la estructura o del contenido del documento, como por ejemplo el agregado de un nuevo apartado o la inclusión de más párrafos dentro de un apartado, puede hacer que las referencias `4.8` y `69` varíen y, por lo tanto, que se tengan que modificar en el original electrónico.

El LATEX tiene un mecanismo automático para incluir referencias cruzadas, con lo cual no es preciso escribir referencias explícitas en el original electrónico sino que las referencias cruzadas se especifican mediante macros. El LATEX reemplaza en el documento compuesto toda macro incluida en el original electrónico de la forma

`\ref{`*etiqueta*`}`

para la referencia a la parte correspondiente del documento compuesto, como por ejemplo el número de capítulo, apartado, figura, tabla o teorema donde se ha incluido una macro

`\label{`*etiqueta*`}`

con la misma etiqueta, mientras que la macro

`\pageref{`*etiqueta*`}`

compone el número de página del documento LATEX correspondiente a la macro `\label{`*etiqueta*`}` del original electrónico.

Una macro `\ref` se traduce en el número de capítulo o apartado donde pertenece la macro `\label` correspondiente cuando ésta está dentro de un párrafo normal de texto, mientras que `\ref` da como resultado la inclusión del número del elemento correspondiente cuando la macro `\label` está dentro de un entorno de enumeración:

Véase el apartado 4.8 en la página 79.

```
Véase el apartado~\ref{cruzadas} en
la página~\pageref{cruzadas}.
```

El LATEX obtiene las referencias necesarias del fichero auxiliar con extensión `.aux`, el cual es un subproducto de la última composición del documento. Esto quiere decir que es preciso procesar el documento LATEX al menos dos veces para obtener las referencias cruzadas correctas.

4.9 Notas marginales y a pie de página

Las notas marginales son un recurso usado muy a menudo para resaltar conceptos que se tratan en el cuerpo del texto, mientras que las notas a pie de página son un recurso para insertar información de importancia secundaria respecto a lo que se trata en el cuerpo del texto, en particular para citar las fuentes de una información o para remitir el lector a otras partes del mismo texto.

La macro

`\marginpar{`*texto*`}`

inserta una nota marginal, donde el argumento *texto* se compone en un párrafo aparte pero situado al margen del resto del texto: en el margen derecho en el caso de la impresión a una cara del papel (con la opción estándar oneside), en el margen izquierdo de las páginas pares y en el margen derecho de las páginas impares en el caso de la impresión por las dos caras del papel (con la opción estándar twoside), y en el margen más próximo cuando el documento se compone en dos columnas (con la opción estándar twocolumn).

La desventaja principal de las notas marginales es el hecho que hacen disminuir la parte disponible de la anchura de la caja para componer el cuerpo del texto, con lo cual el documento LATEX es compuesto en más y más páginas. Consiguientemente, el costo y, por lo tanto, el precio de la publicación se encarecen y, entonces, muchas editoriales no admiten el uso de notas marginales, entre las cuales Edicions UPC. Es por esta razón que no se usan notas marginales en este libro.

Cuanto a las notas a pie de página, la macro

`\footnote[`*núm*`]{`*texto*`}`

inserta el argumento *texto* como nota a pie de página, donde el argumento opcional *núm* es la numeración de la nota. El LATEX enumera automáticamente las notas a pie de página en una serie única, mediante números, con todas las clases estándares de documentos LATEX, salvo las notas a pie de una minipágina como la del ejemplo siguiente, la cual se enumera mediante letras del alfabeto:

Las notas a pie de página[a] pueden incluir citaciones bibliográficas.

[a]Véase (Lamport, 1994, p. 17)

```
Las notas a pie de página\footnote{Véase~%
\cite[p.~17]{lamport}} pueden incluir
citaciones bibliográficas.
```

Además, con todas las clases estándares de documentos LATEX, las notas a pie de página incluidas dentro de los argumentos de las macros `\title`, `\author` y `\date` se representan mediante los nueve símbolos siguientes: $*$, $\dagger$, $\ddagger$, §, ¶, $\|$, $**$, $\dagger\dagger$ y $\ddagger\ddagger$.

Según las normas de estilo de algunas editoriales, la filiación de los autores de un trabajo científico se ha de poner en notas a pie de página. Cuando dos autores o más pertenecen a una misma institución, sin embargo, la inclusión de una macro `\footnote` idéntica para cada autor origina la composición de dos o más notas idénticas a pie de página.

En estos casos, es conveniente especificar la numeración y el texto de cada nota a pie de página por separado. La macro

`\footnotemark[`*núm*`]`

introduce la referencia *núm* en una nota a pie de página pero sin componer la nota a pie de página, mientras que la macro

`\footnotetext[`*núm*`]{`*texto*`}`

inserta el argumento *texto* como nota a pie de página, con la numeración *núm*, pero sin introducir la referencia *núm* dentro del documento LaTeX compuesto. El ejemplo siguiente ilustra su uso:

A Partial Algebras Approach to Graph Transformation

R. Alberich* P. Burmeister† F. Rosselló* G. Valiente* B. Wojdyło‡

*Mathematics and Computer Science Department, University of the Balearic Islands, Spain

†Fachbereich Mathematik, Arbeitsgruppe Allgemeine Algebra und Diskrete Mathematik, Technische Hochschule Darmstadt, Germany

‡Department of Mathematics, Kopernikus University, Toruń, Poland

```
\title{A Partial Algebras Approach
  to Graph Transformation}
\author{R. Alberich\thanks{Mathematics and
  Computer Science Department, University
  of the Balearic Islands, Spain} \and
  P. Burmeister\thanks{Fachbereich
  Mathematik, Arbeitsgruppe Allgemeine
  Algebra und Diskrete Mathematik,
  Technische Hochschule Darmstadt,
  Germany} \and
  F. Rossell\'o\footnotemark[1] \and
  G. Valiente\footnotemark[1] \and
  B. Wojdy\l o\thanks{Department of
  Mathematics, Kopernikus University,
  Toru\'n, Poland}}
```

No tiene que haber ningún espacio delante de las macros `\footnote` y `\footnotemark`; de otro modo, el texto compuesto queda separado de la numeración de la nota, como por ejemplo en

Las notas a pie de página [1]

en lugar de

Las notas a pie de página[1]

Capítulo 5

Matemáticas con LATEX

La composición de textos matemáticos es una tarea extremadamente difícil, en relación con la composición de textos en general. La notación matemática se caracteriza por el uso de gran variedad de símbolos (letras romanas, griegas, hebreas, góticas, caligráficas, etc.) y las expresiones matemáticas suelen incluir subíndices y superíndices, fracciones, delimitadores (paréntesis, corchetes, llaves, llaves angulares, barras verticales, etc.), símbolos de operación (suma, producto, unión, intersección, integral, etc.), símbolos relacionales (igualdad, desigualdad, inclusión, etc.), letras y subexpresiones con signos diacríticos, vectores, matrices, determinantes, etc.

La composición de textos científicos en general, sin embargo, conlleva muchos de los mismos problemas que la composición de textos matemáticos, por el hecho que prácticamente todas las disciplinas científicas han ido incorporando durante su desarrollo, directamente o indirectamente, elementos de notación matemática. De hecho, en muchos casos la notación propia de una disciplina científica no es sino una forma particular de notación matemática.

Los símbolos químicos son un claro ejemplo: a causa de la variedad isotrópica, de las diferentes formas alotrópicas y de las diversas cargas eléctricas que pueden soportar, los símbolos de los elementos se suelen especificar mediante una letra o una serie de letras pero conjuntamente con subíndices y superíndices, dispuestos simétricamente en torno a las letras del símbolo, que representan el número atómico (subíndice izquierdo), el número de masa (superíndice izquierdo), el número de átomos (subíndice derecho) y la carga iónica (superíndice derecho), como por ejemplo ${}^{32}_{16}S^{2+}_{2}$ para especificar el azufre.

Es precisamente en las tareas de composición de textos científicos que incluyen muchos elementos de notación matemática, donde el LATEX supera los programas de composición visual. La gran acogida de los sistemas TEX y LATEX por parte de profesores e investigadores de estas áreas lo demuestra.

5.1 Reglas básicas

El LATEX ofrece un modo específico para componer fórmulas matemáticas, el llamado *modo matemático*. El modo matemático permite escribir expresiones matemáticas tanto dentro de un

párrafo de texto como en un párrafo aparte, cosa que se suele llamar *destacar* o resaltar una fórmula.

Para componer una fórmula en modo matemático dentro de un párrafo es preciso escribirla entre los símbolos `\(` y `\)`, o también entre dos símbolos `$` o bien dentro de un entorno `math`. Es decir, de cualquiera de las maneras siguientes:

`\(` *fórmula* `\)`   `$` *fórmula* `$`   `\begin{math}` *fórmula* `\end{math}`

Una de las diferencias existentes entre el modo texto y el modo matemático es que el LaTeX ignora todos los espacios que hay en el original electrónico cuando compone una fórmula en modo matemático, para obtener el espaciado correcto de las fórmulas matemáticas. Por lo tanto, es preciso componer el texto en modo texto y las fórmulas en modo matemático:

$existenqyrtalesquea = bq + r$

existen q y r tales que $a = bq + r$

```
$existen q y r tales que a = b q + r$

existen $q$ y $r$ tales que $a = b q + r$
```

Esta no es, sin embargo, la única solución posible. El LaTeX también permite escribir texto en modo matemático mediante las macros `\textup`, `\textit`, `\textsl`, `\textsc`, `\textmd`, `\textbf`, `\textrm`, `\textsf` y `\texttt`, que componen su argumento en modo texto. Esto resulta particularmente útil cuando el texto que se quiere escribir en modo matemático es breve. Es preciso notar, sin embargo, que el LaTeX no ignora el espaciado del texto en este caso, a pesar que ignora el espaciado en el entorno del texto. Los espacios delante y detrás del texto son, entonces, necesarios:

$a = bq + r$ siempre que $0 \leq r < b$

$a = bq + r$ siempre que $0 \leq r < b$

$a = bq + r$siempre que$0 \leq r < b$

```
$a = b q + r$ siempre que $0 \leq r < b$

$a = b q + r
\textrm{ siempre que } 0 \leq r < b$

$a = b q + r
\textrm{siempre que} 0 \leq r < b$
```

Otra posibilidad para escribir texto en modo matemático es mediante las macros `\mathit`, `\mathbf`, `\mathrm`, `\mathsf` y `\mathtt`, que componen su argumento en modo matemático y tienen la ventaja respecto a las macros `\textrm`, etc. que sólo afectan la familia, la serie y la forma de los caracteres, sin modificar el cuerpo ni el espaciado. Su gran desventaja, sin embargo, es que el LaTeX también ignora el espaciado del texto incluido en estas macros. Entonces, es preciso introducir los espacios necesarios mediante macros `\␣` de espacio:

$a = bq + r$ siempre que $0 \leq r < b$

$a = bq + r$siempreque$0 \leq r < b$

```
$a = b q + r$ siempre que $0 \leq r < b$

$a = b q + r
\mathrm{ siempre que } 0 \leq r < b$
```

$a = bq + r$ siempre que $0 \leq r < b$

$a = bq + r$ siempreque $0 \leq r < b$

```
$a = b q + r
\mathrm{\ siempre\ que\ } 0 \leq r < b$

$a = b q + r \ \mathrm{siempre que} \
     0 \leq r < b$
```

Para componer una fórmula en modo matemático en un párrafo aparte, es preciso escribirla entre los símbolos `\[` y `\]`, o también entre dos símbolos `$$` o bien dentro de un entorno displaymath. Es decir, de cualquiera de las maneras siguientes:

`\[` *fórmula destacada* `\]` `$$` *fórmula destacada* `$$` `\begin{displaymath}` *fórmula destacada* `\end{displaymath}`

Así, la fórmula $(a_0, a_1, \ldots, a_n) + (b_0, b_1, \ldots, b_n) = (a_0 + b_0, a_1 + b_1, \ldots, a_n + b_n)$ se puede componer también en un párrafo aparte:

$$(a_0, a_1, \ldots, a_n) + (b_0, b_1, \ldots, b_n) = (a_0 + b_0, a_1 + b_1, \ldots, a_n + b_n)$$

La fórmula $(a_0 + b_0 + c_0, a_1 + b_1 + c_1, \ldots, a_n + b_n + c_n)$ se puede componer también en un párrafo aparte:

$$(a_0 + b_0 + c_0, a_1 + b_1 + c_1, \ldots, a_n + b_n + c_n)$$

```
La fórmula $(a_0 + b_0 + c_0,
a_1 + b_1 + c_1, \ldots,
a_n + b_n + c_n)$ se puede componer
también en un párrafo aparte:
$$ (a_0 + b_0 + c_0, a_1 + b_1 + c_1,
   \ldots, a_n + b_n + c_n) $$
```

Resulta conveniente destacar las fórmulas largas en un párrafo parte, para evitar problemas de división de las líneas que las contienen, pero sobre todo para facilitar su lectura.

5.2 Fórmulas matemáticas

El LaTeX da acceso a una gran variedad de símbolos y de macros que se pueden usar para componer fórmulas, es decir, que se pueden usar en modo matemático.

Muchas de las macros matemáticas operan sólo sobre el carácter siguiente. Una macro afecta, sin embargo, toda una serie de caracteres cuando éstos están agrupados o incluidos entre llaves:

$a^x + y \neq a^{x+y}$

```
$a^x+y \neq a^{x+y}$
```

Los subapartados siguientes presentan las clases de macros principales del LaTeX para componer fórmulas matemáticas.

Símbolos matemáticos

En las expresiones matemáticas se pueden distinguir cuatro elementos básicos: los símbolos de operación y relacionales, los números, las constantes y las variables.

Todos estos elementos se escriben directamente con LaTeX o se componen mediante macros del LaTeX, según se explica a continuación. El apartado 5.4 contiene una colección de tablas con todos los símbolos y las macros que se pueden usar para componer fórmulas matemáticas con LaTeX, como por ejemplo letras griegas y caligráficas, símbolos de operación y relacionales, flechas, delimitadores y muchos otros símbolos.

Los números se pueden escribir tanto en modo texto como en modo matemático. La familia, la serie y la forma de los caracteres, como también el espaciado entre los números, son exactamente los mismos en modo texto y en modo matemático:

1 1 2 3 5 8 13 21 34	`1 1 2 3 5 8 13 21 34 \\`
1 1 2 3 5 8 13 21 34	`$1$ $1$ $2$ $3$ $5$ $8$ $13$ $21$ $34$ \\`
299792458	`299792458 \\`
299792458	`$299792458$`

Cuando se trata de números decimales, sin embargo, el espaciado no es correcto porque el LaTeX compone la coma decimal como signo de puntuación y pone un espacio fino adicional detrás de la coma. Es preciso escribir la coma decimal entre llaves; el LaTeX la compone entonces como símbolo ordinario. Asimismo, los decimales se suelen separar en bloques de tres cifras mediante un espacio fino para facilitar su lectura. El espacio fino más apropiado en este caso parece ser `\,`, es decir, tres dieciochoavos de cuadratín:

3,141 592 653 589 793 238 464	`3,141 592 653 589 793 238 464 \\`
3, 141592653589793238464	`$3,141 592 653 589 793 238 464$ \\`
3,141592653589793238464	`$3{,}141 592 653 589 793 238 464$ \\`
3,141 592 653 589 793 238 464	`$3{,}141\;592\;653\;589\;793\;238\;464$ \\`
3,141 592 653 589 793 238 464	`$3{,}141\:592\:653\:589\:793\:238\:464$ \\`
3,141 592 653 589 793 238 464	`$3{,}141\,592\,653\,589\,793\,238\,464$`

Los números grandes (millares, millones, *biliards*, billones) se suelen separar con un punto cada tres cifras, también para facilitar su lectura, a excepción de los años. A diferencia de la coma decimal, sin embargo, el LaTeX no agrega ningún espaciado adicional detrás de un punto porque, según las normas ortográficas anglosajonas, el punto es un punto decimal. Entonces, no es preciso escribir el punto entre llaves para obtener el espaciado correcto entre los bloques de tres cifras:

299.792.458	`299.792.458 \\`
299.792.458	`$299.792.458$ \\`
299.792.458	`$299{.}792{.}458$`

Las constantes y las variables se componen normalmente en cursiva. El LaTeX selecciona automáticamente las fuentes de caracteres y el espaciado más apropiado para componer fórmulas matemáticas; sólo es preciso escribir los nombres de constante y de variable en modo matemático o dentro de una fórmula en modo matemático:

Consideremos espacios vectoriales E, F, G, H sobre K de dimensiones m, n, s, t, respectivamente.

Consideremos espacios vectoriales E, *F*, *G*, *H* sobre K de dimensiones *m*, *n*, *s*, t, respectivamente.

Consideremos espacios vectoriales E, F, G, H sobre K de dimensiones m, n, s, t, respectivamente.

Consideremos espacios vectoriales E, F, G, H sobre K de dimensiones m, n, s, t, respectivamente.

```
Consideremos espacios vectoriales E, F, G,
H sobre K de dimensiones m, n, s, t,
respectivamente. \par
Consideremos espacios vectoriales E,
\emph{F}, \textit{G}, \textsl{H} sobre K
de dimensiones \emph{m}, \textit{n},
\textsl{s}, t, respectivamente. \par
Consideremos espacios vectoriales $E, F, G,
H$ sobre $K$ de dimensiones $m, n, s, t$,
respectivamente. \par
Consideremos espacios vectoriales $E$, $F$,
$G$, $H$ sobre $K$ de dimensiones $m$, $n$,
$s$, $t$, respectivamente.
```

Se suelen emplear las primeres letras del alfabeto para denotar constantes y las últimas letras del alfabeto para denotar variables, a pesar que hay constantes que, por razones históricas, se escriben con letras de otros alfabetos, como por ejemplo π, la razón constante que existe entre la longitud de la circunferencia y su diámetro, dado que π es la inicial de la palabra griega $\pi\epsilon\rho\iota\varphi\acute{\epsilon}\rho\epsilon\iota\alpha$ (*circunferencia*).

Muchas veces, sin embargo, las letras del alfabeto romano no bastan para denotar constantes y variables que han de tener unos nombres bastante significativos en el contexto de la disciplina de que trata el texto científico. Un recurso muy usual en estos casos consiste en poner acentos y otros signos diacríticos encima de las letras romanas.

El LaTeX admite diez signos diacríticos diferentes en modo matemático. Las macros del LaTeX para componerlos son las siguientes: `\hat` (acento circunflejo, $\hat{e}$), `\check` (acento circunflejo inverso, $\check{e}$), `\breve` (*brevis*, $\breve{e}$), `\acute` (acento agudo o cerrado, $\acute{e}$), `\grave` (acento grave o abierto, $\grave{e}$), `\tilde` (tilde, $\tilde{e}$), `\bar` (barra o línea horizontal, $\bar{e}$), `\vec` (vector, $\vec{e}$), `\dot` (punto, $\dot{e}$) y `\ddot` (diéresis o punto doble, $\ddot{e}$). Tanto los signos diacríticos como el espaciado correspondiente en modo matemático difieren de los acentos y el espaciado en modo texto.

Dos de estos signos diacríticos, el acento circunflejo `\hat` y la tilde `\tilde`, no sólo se pueden poner encima de una letra sino que también se pueden poner encima de toda una expresión, mediante las macros `\widehat` y `\widetilde`. Estas macros componen un signo diacrítico el tamaño del cual tendría que ensancharse hasta abarcar toda la expresión, pero que en realidad seleccionan un tamaño para el signo diacrítico de entre tres tamaños fijos:

$\widehat{g \circ f} = \widehat{gf} = \widehat{f} \circ \widehat{g} = \hat{f} \circ \hat{g}$

```
$\widehat{g \circ f} =
\widehat{gf} =
\widehat{f} \circ \widehat{g} =
\hat{f} \circ \hat{g}$
```

Igual que en modo texto, para poner un signo diacrítico sobre una letra i o j dentro de una fórmula matemática es preciso quitar antes el punto que llevan encima, cosa que se hace en modo matemático escribiendo `\imath` o `\jmath`. Así entonces, para obtener una letra $\bar\imath$ con una barra o línea horizontal es preciso escribir `\bar\imath` o bien `\bar{\imath}`.

Además, se puede poner toda una expresión encima de otra. La macro

`\stackrel{`*expresión encima*`}{`*expresión debajo*`}`

compone la *expresión encima* encima de la *expresión debajo*:

$A \stackrel{f}{\longrightarrow} B \stackrel{g}{\longrightarrow} C$

```
$A \stackrel{f}{\longrightarrow} B
\stackrel{g}{\longrightarrow} C$
```

Otro recurso muy empleado son las letras griegas y a veces también las hebreas, como también las letras caligráficas, en lugar de las letras romanas. Las letras griegas minúsculas se escriben con LaTeX mediante las macros `\alpha`, `\beta`, `\gamma`, etc., mientras que las mayúsculas se escriben con las macros `\Gamma`, `\Delta`, etc. Las letras caligráficas se escriben mediante la macro `\mathcal` seguida de la letra mayúscula correspondiente:

TeX se pronuncia como $\tau\epsilon\chi$.
Sean $\mathcal{C}$ una categoría y $\mathcal{M}$ una clase de morfismos de $\mathcal{C}$.

```
\TeX\ se pronuncia como $\tau\epsilon\chi$.

Sean $\mathcal{C}$ una categoría y
$\mathcal{M}$ una clase de morfismos
de $\mathcal{C}$.
```

Sólo se pueden escribir letras mayúsculas y signos de puntuación como argumento de la macro `\mathcal`:

El par $(\mathcal{C},\mathcal{M})$ también se puede escribir de la forma $(\mathcal{C},\mathcal{M})$.
El LaTeX no permite componer letras caligráficas minúsculas:

⊣⌊⌋⌈⌉{}⟨⟩|‖↕⇕\≀√∐∇∫⊔⊓⊑⊒§†‡

```
El par $(\mathcal{C},\mathcal{M})$
también se puede escribir de la
forma $(\mathcal{C,M})$.

El \LaTeX\ no permite componer letras
caligráficas minúsculas:
$$\mathcal{abcdefghijklmnopqrstuvwxyz}$$
```

Un recurso tipográfico adicional consiste en emplear letras romanas mayúsculas en negrita, pero en una negrita muy especial, la llamada *negrita de pizarra* (*blackboard boldface*). Esta forma de letra representa los esfuerzos de muchos profesores para escribir letras en negrita en clase, en la pizarra, y su uso se ha extendido mucho para denotar conjuntos, como por ejemplo el conjunto de los números enteros $\mathbb{Z}$, de los números racionales $\mathbb{Q}$, de los números reales $\mathbb{R}$, etc.

La activación de los paquetes de definiciones amssymb o amsfonts permite escribir las letras en negrita de pizarra con LaTeX mediante la macro `\mathbb`, seguida de la letra correspondiente:

Sean $a, b \in \mathbb{R}$.

$\mathbb{ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ}$

```
Sean $a, b \in \mathbb{R}$. \par
$\mathbb{ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ}$
```

Cuanto a los símbolos de operación y relacionales, el LaTeX admite cerca de doscientos símbolos diferentes, muchos de los cuales se componen mediante macros del LaTeX. Algunos de

los más usuales aparecen en los ejemplos siguientes:

$\forall a, b \in A: aRb, bRa \Rightarrow a=b$

$A \times (B \cap C) = (A \times B) \cap (A \times C)$

$a \vee (b \wedge c) \leq (a \vee b) \wedge (a \vee c)$

$A = B \equiv A \subset B, B \subset A$

$A \cap B = \{ x \mid x \in A \textrm{ y } x \in B \}$

$(\neg q \rightarrow \neg p) \rightarrow (p \rightarrow q)$

```
$\forall a, b \in A:
         aRb, bRa \Rightarrow a=b$ \par
$A \times (B \cap C) = (A \times B)
   \cap (A \times C)$ \par
$a \vee (b \wedge c) \leq
   (a \vee b) \wedge (a \vee c)$ \par
$A = B \equiv A \subset B, B \subset A$
\par $A \cap B = \{ x \mid x \in A
     \textrm{ y } x \in B \}$ \par
$(\neg q \rightarrow \neg p) \rightarrow
  (p \rightarrow q)$
```

Igual que las constantes y las variables, los símbolos de operación y relacionales también se componen en cursiva, pero sólo cuando consisten en una única letra. De otro modo, se componen con letras romanas y con el espaciado apropiado:

$log x y = log x + log y$

$\textrm{log} x y = \textrm{log} x + \textrm{log} y$

$\textrm{log } x y = \textrm{log } x + \textrm{log } y$

$\log x y = \log x + \log y$

$\textrm{log}\,x y = \textrm{log}\,x + \textrm{log}\,y$

```
$log x y = log x + log y$ \par
$\textrm{log} x y = \textrm{log} x
+ \textrm{log} y$ \par
$\textrm{log } x y = \textrm{log } x
+ \textrm{log } y$ \par
$\log x y = \log x + \log y$ \par
$\textrm{log}\,x y = \textrm{log}\,x
+ \textrm{log}\,y$
```

El LaTeX permite componer algunos de los símbolos de operación más usuales, las llamadas *funciones estándares*, como por ejemplo `\log` para el símbolo de operación correspondiente a la función *logaritmo*, mediante las macros siguientes, algunas de las cuales han sido sombreadas, como por ejemplo `\lim`, para indicar que admiten subíndices y superíndices, según se explica más abajo en este apartado:

`\arccos`	`\cos`	`\csc`	`\exp`	`\ker`	`\limsup`	`\min`	`\sinh`
`\arcsin`	`\cosh`	`\deg`	`\gcd`	`\lg`	`\ln`	`\Pr`	`\sup`
`\arctan`	`\cot`	`\det`	`\hom`	`\lim`	`\log`	`\sec`	`\tan`
`\arg`	`\coth`	`\dim`	`\inf`	`\liminf`	`\max`	`\sin`	`\tanh`

Para componer otros símbolos de operación similares, como por ejemplo `\Nuc` para el núcleo de una aplicación, en lugar de `\ker`, que compone la abreviación del nombre de este símbolo de operación en inglés (*kernel*), se puede definir una nueva macro o bien redefinir una de las macros estándares del LaTeX:

$\ker f = \{g \in G \mid f(g) = e'\}$

$\mathrm{Nuc}\, f = \{g \in G \mid f(g) = e'\}$

$\mathrm{Nuc}\, f = \{g \in G \mid f(g) = e'\}$

```
$\ker f = \{ g \in G \mid f(g) = e'\}$ \par
\newcommand{\Nuc}{\mathrm{Nuc}\,}
$\Nuc f = \{ g \in G \mid f(g) = e'\}$ \par
\renewcommand{\ker}{\mathrm{Nuc}\,}
$\ker f = \{ g \in G \mid f(g) = e'\}$
```

Los paquetes de definiciones `amsopn` y `amsmath` también permiten definir macros para componer abreviacions de símbolos de operación. La macro

`\DeclareMathOperator{\`*macro*`}{`*abreviación*`}`

define la abreviación de un nuevo símbolo de operación, como por ejemplo `\DeclareMathOperator{\Nuc}{Nuc}`, mientras que la macro

`\DeclareMathOperator*{\`*macro*`}{`*abreviación*`}`

define la abreviación de un símbolo de operación que admite un subíndice y un superíndice. Esto permite escribir `\Nuc` para componer la abreviación en castellano *Nuc* del símbolo de operación *kernel*, con el espaciado correcto, dentro de una expresión matemática.

Dos funciones estándares adicionales son `\bmod` y `\pmod`, que denotan el módulo, residuo o resto de la división entera. Mientras que la macro `\bmod` compone el nombre como símbolo relacional binario, la macro `\pmod` lo compone como una expresión entre paréntesis:

$r = a \bmod b$ es el resto de la división entera de a por b.
$a \equiv b \pmod m$ si y sólo si existe $q \in \mathbb{Z}$ tal que $a - b = qm$.

```
$r = a \bmod b$ es el resto de la división
entera de $a$ por $b$. \par
$a \equiv b \pmod m$ si y sólo si existe
$q \in \mathbb{Z}$ tal que $a - b = q m$.
```

Con la activación de los paquetes de definiciones `amsopn` o `amsmath`, sin embargo, el espaciado producido por las macros `\bmod` y `\pmod` es más apropiado cuando los símbolos de operación correspondientes se componen dentro de un párrafo de texto. Además, este paquete de definiciones permite usar dos símbolos de operación adicionales que son similares a la macro `\pmod`. La macro `\mod` compone el nombre como una expresión pero sin los paréntesis, mientras que la macro `\pod` compone los paréntesis pero sin el nombre del símbolo de operación:

$a \equiv b \mod m$

$a \equiv b \pod m$

```
$a \equiv b \mod m$ \par
$a \equiv b \pod m$
```

Algunos símbolos de operación y relacionales merecen una explicación adicional. El símbolo de operación de raíz cuadrada se compone mediante la macro

`\sqrt[`n`]{`*expresión*`}`

donde el argumento opcional n especifica el orden de la raíz:

$\sqrt{x}$ $\qquad$ $\sqrt{x^2+\sqrt{y}}$ $\qquad$ $\sqrt[3]{2}$

```
$\sqrt{x}$ \qquad
$\sqrt{x^2+\sqrt{y}}$ \qquad
$\sqrt[3]{2}$
```

El tamaño del símbolo de operación que compone la macro `\sqrt` se ensancha hasta abarcar todo su argumento:

$$\sqrt{1+\sqrt{1+\sqrt{1+\sqrt{1+\sqrt{1+\sqrt{1+\sqrt{1+x}}}}}}}$$

```
$$
\sqrt{1+\sqrt{1+\sqrt{1+
  \sqrt{1+\sqrt{1+\sqrt{1+\sqrt{1+x}}}}}}}
$$
```

El símbolo de operación de integral se compone mediante la macro `\int` y los símbolos de operación sumatorio y productorio se componen mediante las macros `\sum` y `\prod`, respectivamente. Los límites inferior y superior del intervalo de integración o de la serie correspondiente se especifican mediante subíndices y superíndices:

$$\int_0^\pi \qquad \sum_{i=1}^n \qquad \prod_{j=0}^\infty$$

```
$$\int_0^\pi \qquad \sum_{i=1}^n
  \qquad \prod_{j=0}^\infty$$
```

Estos símbolos de operación también se pueden componer dentro de un párrafo de texto. En este caso, los límites inferior y superior no se componen encima y debajo del símbolo de operación sino que son alineados verticalmente en la parte inferior y en la parte superior del símbolo, respectivamente:

$\int_0^\pi \qquad \sum_{i=1}^n \qquad \prod_{j=0}^\infty$

```
$\int_0^\pi \qquad \sum_{i=1}^n
 \qquad \prod_{j=0}^\infty$
```

Algunas editoriales científicas también componen los límites inferior y superior encima y debajo de los símbolos de operación cuando están dentro de un párrafo de texto, lo que mejora la legibilidad de las expresiones matemáticas pero introduce un interlineado irregular en el párrafo. Las macros `\limits` y `\nolimits` del sistema TeX se pueden incluir en un documento LaTeX, inmediatamente detrás de una macro de símbolo de operación, para especificar la composición de los límites inferior y superior encima y debajo del símbolo de operación, o bien alineados verticalmente en la parte inferior y en la parte superior del símbolo de operación, respectivamente:

Se puede componer una expresión matemática como por ejemplo $\sum\limits_{n=1}^{\infty}\frac{(-1)^n}{n}$ dentro de un párrafo de texto pero donde los límites inferior y superior son dispuestos encima y debajo del símbolo de operación sumatorio, a pesar que la manera estándar de componerlos, $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n}$, no altera el interlineado del párrafo.

```
Se puede componer una expresión matemática
como por ejemplo
$\sum\limits_{n=1}^{\infty}
\frac{(-1)^n}{n}$ dentro de un párrafo de
texto pero donde los límites inferior y
superior son dispuestos encima y debajo del
símbolo de operación sumatorio, a pesar que
la manera estándar de componerlos,
$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n}$, no
altera el interlineado del párrafo.
```

Las fracciones se pueden componer dentro de un párrafo de texto o bien en un párrafo aparte. En el primer caso, el numerador se separa del denominador mediante un signo de división normal. Para componer una fracción en un párrafo aparte, sin embargo, es preciso emplear la macro

\frac{*numerador*}{*denominador*}

donde *numerador* y *denominador* son expresiones o fórmulas matemáticas:

Un tercio es 1/3 pero también $\frac{1}{3}$.

$$\frac{n}{2} \int_a^b x\,dx$$

```
Un tercio es $1/3$
pero también $\frac{1}{3}$.
$$
\frac{n}{2} \int_a^b x\,dx
$$
```

En general, las fracciones relativamente complejas resultan difíciles de leer cuando se componen dentro de un párrafo de texto, como por ejemplo $((a_1 + ia_2) + (a_{11}s_1 + a_{21}s_2))/((b_1 + ib_2) + (b_{11}s_1 + b_{21}s_2))$ o $\frac{(a_1+ia_2)+(a_{11}s_1+a_{21}s_2)}{(b_1+ib_2)+(b_{11}s_1+b_{21}s_2)}$, y su composición en un párrafo aparte puede mejorar mucho su legibilidad:

$$\frac{(a_1 + ia_2) + (a_{11}s_1 + a_{21}s_2)}{(b_1 + ib_2) + (b_{11}s_1 + b_{21}s_2)}$$

Sin embargo, siempre que la composición de una fracción dentro de un párrafo de texto no conlleve ningún problema de legibilidad, esta solución tipográfica suele ser preferible a la composición en un párrafo aparte por razones de economía de espacio en el documento compuesto, como se puede comprobar en el ejemplo siguiente:

$$\begin{aligned}
\psi_1(\theta) &= \frac{(m-1)}{p}\psi(\theta), \\
\psi_2(\theta) &= \frac{(m-p+1)}{p}\psi(\theta), \\
t_k &= \log R_k - \frac{\log R_1 + \cdots + \log R_k}{k}, \\
\sin t_n &= \sin \frac{\log \mu(r)}{\nu(r)}, \\
\sin \frac{\log R_n}{\log n} &= \sin \frac{\log r}{\log \nu(r)} = \frac{1}{\rho}, \\
\frac{zg'(z)}{g(z)} &= 1 + \frac{z\zeta''(z)}{\zeta'(z)} = f(z)
\end{aligned}$$

$$\begin{gathered}
\psi_1(\theta) = ((m-1)/p)\psi(\theta), \\
\psi_2(\theta) = ((p-m-1)/p)\psi(\theta), \\
t_k = \log R_k - (\log R_1 + \cdots + \log R_k)/k, \\
\sin t_n = \sin(\log \mu(r)/\nu(r)), \\
\sin(\log R_n/\log n) = \sin(\log r/\log \nu(r)) = 1/\rho, \\
zg'(z)/g(z) = 1 + z\zeta''(z)/\zeta'(z) = f(z).
\end{gathered}$$

El símbolo de operación de substracción o signo menos tiene la misma anchura que los símbolos de operación de suma y de multiplicación, una anchura intermedia entre la del guión largo y la del guión:

-	–	$-$	—
	$+$		
	$\times$		

```
\begin{tabular}{cccc}
- & -- & $-$ & --- \\
      & $+$ &     \\
      & $\times$ &
\end{tabular}
```

La negación de un símbolo de operación o relacional se puede obtener con LaTeX mediante la macro `\not` delante del símbolo:

Si $x \not< y$ entonces $x \not\leq y-1$.

```
Si $x \not< y$ entonces $x \not\leq y-1$.
```

La ubicación de la raya de negación, sin embargo, no siempre es correcta. A pesar que se pueden introducir correcciones de espaciado, según se explica en el apartado 5.3, los caracteres AMSFonts contienen numerosos símbolos de operación y relacionales negados (véase el apartado 5.4).

Finalmente, los signos de puntuación permiten ligar los símbolos de operación y relacionales con los números, las constantes y las variables en las expresiones matemáticas. Muchos de los signos de puntuación se escriben directamente con LaTeX, como por ejemplo la coma, el punto, el punto y coma, y los dos puntos. Los puntos suspensivos, sin embargo, se componen mediante las macros `\ldots` o `\cdots`, según se coloquen en una enumeración cuyos elementos hayan sido separados por comas o mediante otros símbolos de operación:

$x_1 + x_2 + \cdots + x_n$

$x_1 = \cdots = x_n = 0$

$A_1 \times \cdots \times A_n$

$f(x_1, x_2, \ldots, x_n)$

$x_1, x_2, \ldots, x_n$

$x_1 x_2 \ldots x_n$

$(1-x) (1-x^2) \ldots (1-x^n)$

$n (n-1) \ldots 1$

```
$x_1 + x_2 + \cdots + x_n$ \par
$x_1 = \cdots = x_n = 0$ \par
$A_1 \times \cdots \times A_n$ \par
$f(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ \par
$x_1, x_2, \ldots, x_n$ \par
$x_1 x_2 \ldots x_n$ \par
$(1-x) (1-x^2) \ldots (1-x^n)$ \par
$n (n-1) \ldots 1$
```

Con la activación del paquete de definiciones `amsmath` basta escribir la macro `\dots` para componer los puntos suspensivos, cuya colocación es volada o no, según haya detrás un símbolo de operación o relacional binario:

$x_1 + x_2 + \dots + x_n$

$f(x_1, x_2, \dots, x_n)$

```
$x_1 + x_2 + \dots + x_n$ \par
$f(x_1, x_2, \dots, x_n)$
```

Las expresiones matemáticas que abarcan más de una línea, como por ejemplo matrices y ecuaciones, suelen necesitar puntos suspensivos dispuestos de manera vertical y diagonal, según se explica en el apartado 5.5. Las macros del LaTeX `\vdots` y `\ddots` permiten componerlos:

$$\left(\begin{array}{cccc} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{array} \right)$$

```
$$ \left( \begin{array}{cccc}
x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\
x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\
\vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\
x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn}
\end{array} \right) $$
```

Subíndices y superíndices

Los subíndices y los superíndices se especifican mediante el carácter de subrayado `_` y el carácter de acento circunflejo `^`, respectivamente:

$a_1 \qquad x^2 \qquad e^{-\alpha t} \qquad a^k_{ij} \qquad e^{x^2} \neq {e^x}^2$

```
$a_1$ \qquad $x^2$ \qquad
$e^{-\alpha t}$ \qquad
$a^k_{ij}$ \qquad $e^{x^2} \neq {e^x}^2$
```

Para escribir texto como subíndice o superíndice de una fórmula matemática, sin embargo, es preciso emplear las macros `\mathrm`, etc., en lugar de las macros `\textrm`, etc. De otro modo, los caracteres del texto compuesto en el subíndice o en el superíndice son del cuerpo base y no del cuerpo normal para los subíndices y los superíndices:

$$2^n \qquad 2^{\textrm{n}} \qquad 2^{\mathrm{n}}$$

```
$$2^n \qquad 2^{\textrm{n}}
      \qquad 2^{\mathrm{n}}$$
```

Algunas de las funciones estándares también admiten subíndices y superíndices, por ejemplo para indicar los extremos del intervalo en que se evalúa la función matemática correspondiente. Estos símbolos de operación son: determinante (`\det`), máximo común divisor (`\gcd`, *greatest common divisor*), ínfimo (`\inf`), límite (`\lim`), límite inferior (`\liminf`), límite superior (`\limsup`), máximo (`\max`), mínimo (`\min`), probabilidad (`\Pr`) y supremo (`\sup`). La disposición de los subíndices y de los superíndices varía según si se componen dentro de un párrafo o en un párrafo aparte:

Una función estándar destacada

$$\lim_{n\rightarrow\infty} \frac{\sin x}{x} = 1$$

también se puede componer dentro de un párrafo de texto: $\lim_{n\rightarrow\infty} \frac{\sin x}{x} = 1$.

```
Una función estándar destacada
$$\lim_{n\rightarrow\infty}
\frac{\sin x}{x} = 1$$ también se puede
componer dentro de un párrafo de texto:
$\lim_{n\rightarrow\infty}
\frac{\sin x}{x} = 1$.
```

También se pueden definir nuevas macros para componer los nombres de otras funciones con subíndices y superíndices, como también se puede redefinir alguna de las diez macros estándares del LaTeX correspondientes:

La suma $a_{11}+\cdots+a_{nn}$ se llama la *traza* de la matriz A:

$$\operatorname*{tr}_{1}^{n} A.$$

```
\newcommand{\tr}{\mathop{%
  \mathgroup\symoperators tr}}
La suma $a_{11}+\cdots+a_{nn}$ se llama la
\emph{traza} de la matriz $A$:
$$\tr_{1}^{n} A.$$
```

Delimitadores horizontales

Las macros `\overline` y `\underline` componen líneas horizontales directamente por encima o por debajo de una expresión matemática, respectivamente, mientras que las macros `\overbrace` y `\underbrace` componen llaves horizontales:

$\underline{x}$ $\qquad$ $\overline{m+n}$ $\qquad$ $\underbrace{a+b+\cdots+z}$

```
$\underline{x}$ \qquad
$\overline{m+n}$ \qquad
$\underbrace{a+b+\cdots+z}$
```

Los subíndices y los superíndices de las expresiones que tienen delimitadores horizontales y que son compuestas en un párrafo aparte se componen como etiquetas encima y debajo de los delimitadores, respectivamente:

$$\underbrace{a + \overbrace{b + \cdots + y}^{24} + z}_{26}$$

```
$\underbrace{a + \overbrace{b +
\cdots + y}^{24} + z}_{26}$
```

Delimitadores verticales

La agregación o agrupación de expresiones matemáticas para construir otras más complejas es un aspecto fundamental de la notación matemática, que no se ha de confundir con la agrupación de una serie de caracteres mediante llaves para escribir el argumento de una macro del LaTeX.

Las expresiones matemáticas se agrupan mediante los llamados *delimitadores verticales*, como por ejemplo los paréntesis, los corchetes y las llaves:

$$(x + y)^2 = x^2 + 2xy + y^2$$

$$((x+1)(x-1))^2$$

$$E = \{ g \in G \mid f(g) = e'\}$$

```
$$(x + y)^2 = x^2 + 2 x y + y^2$$
$$((x+1)(x-1))^2$$
$$E = \{ g \in G \mid f(g) = e'\}$$
```

Los paréntesis, los corchetes y las barras verticales se escriben directamente con LaTeX, mientras que las llaves angulares y las barras verticales dobles se componen con LaTeX mediante macros específicas:

`(`	$($	paréntesis	$)$	`)`
`[`	$[$	corchetes	$]$	`]`
`\{`	$\{$	llaves	$\}$	`\}`
`\langle`	$\langle$	llaves angulares	$\rangle$	`\rangle`
`|`	$\vert$	barras verticales	$\vert$	`|`
`|`	$\Vert$	barras verticales dobles	$\Vert$	`|`

Las llaves angulares y las barras verticales simples y dobles, sin embargo, normalmente tienen un cierto significado matemático y entonces no es recomendable emplearlas para agrupar expresiones matemáticas, si bien es cierto que los corchetes también tienen significado en matemáticas.

Las expresiones matemáticas son más legibles cuando el tamaño o la altura de los delimitadores verticales es más grande que la altura de las expresiones que agrupan. Esto permite identificar más fácilmente el alcance de cada delimitador en la fórmula compuesta:

$$((x+1)(x-1))^2 \qquad \big((x+1)(x-1)\big)^2$$

De hecho, los delimitadores del LaTeX son los mismos que los del sistema TeX y son de tamaño variable o, mejor dicho, los hay de muchos tamaños diferentes:

$$(\quad \big(\quad \Big(\quad \bigg(\quad \Bigg(\quad \Bigg) \quad \bigg) \quad \Big) \quad \big) \quad)$$

`(` `\big(` `\Big(` `\bigg(` `\Bigg(` `\Bigg)` `\bigg)` `\Big)` `\big)` `)`

$$[\quad \big[\quad \Big[\quad \bigg[\quad \Bigg[\quad \Bigg] \quad \bigg] \quad \Big] \quad \big] \quad]$$

`[` `\big[` `\Big[` `\bigg[` `\Bigg[` `\Bigg]` `\bigg]` `\Big]` `\big]` `]`

$$\{ \quad \big\{ \quad \Big\{ \quad \bigg\{ \quad \Bigg\{ \quad \Bigg\} \quad \bigg\} \quad \Big\} \quad \big\} \quad \}$$

`\{` `\big\{` `\Big\{` `\bigg\{` `\Bigg\{` `\Bigg\}` `\bigg\}` `\Big\}` `\big\}` `\}`

Esto da la posibilidad de escoger el tamaño de los delimitadores más apropiado para componer cada expresión matemática, elección que el LaTeX hace automáticamente cuando se escriben las macros `\left` y `\right` delante y detrás de las macros correspondientes a los delimitadores, respectivamente:

$1 + \big(\frac{1}{1 - x^2} \big)^3$ $\qquad$ $1 + \left(\frac{1}{1 - x^2} \right)^3$

$$1 + \Big(\frac{1}{1 - x^2} \Big)^3 \qquad 1 + \left(\frac{1}{1 - x^2} \right)^3$$

```
$1 + \big( \frac{1}{1 - x^2} \big)^3$
\qquad
$1 + \left( \frac{1}{1 - x^2} \right)^3$
$$1 + \Big( \frac{1}{1 - x^2} \Big)^3
\qquad
1 + \left( \frac{1}{1 - x^2} \right)^3$$
```

Estas macros `\left` y `\right` se han de escribir en pares, a pesar que no es preciso que los delimitadores correspondientes sean todos paréntesis, todos corchetes o todas llaves:

$$\left\langle \frac{1}{2} \right|$$

```
$$ \left\langle
      \frac{1}{2}
   \right| $$
```

Además, se puede omitir la composición de un delimitador vertical izquierdo o derecho, mediante las macros `\left.` y `\right.`, respectivamente:

$$\left. \frac{dx^2}{dx} \right|_{x=a} = 2a$$

```
$$ \left. \frac{dx^2}{dx}
   \right|_{x=a} = 2 a $$
```

Con todo, el orden más conveniente para agrupar expresiones matemáticas mediante delimitadores verticales es comenzar agrupando con paréntesis, después agrupar con corchetes y después con llaves, y continuar agrupando con paréntesis, corchetes y llaves en este orden:

$$\Bigg\{ \Bigg[\Bigg(\Bigg\{ \bigg[\bigg(\bigg\{ \Big[\Big(\Big\{ \big[\big(\big\{ [(\quad)] \big\} \big) \big] \Big\} \Big) \Big] \bigg\} \bigg) \bigg] \Bigg\} \Bigg) \Bigg] \Bigg\}$$

Los delimitadores más grandes son especialmente útiles para agrupar expresiones matemáticas que abarcan más de una línea, como por ejemplo matrices y ecuaciones, según se explica en el apartado 5.5.

5.3 Espaciado de fórmulas matemáticas

A diferencia del modo texto, la mayoría de los espacios y divisiones de línea no tienen ningún efecto en modo matemático. El LaTeX calcula el espaciado lógico a partir de la estructura de las expresiones matemáticas, según una serie de convenciones tipográficas bien definidas. Con todo, a veces es preciso introducir pequeñas correcciones en el espaciado, por ejemplo para conseguir un efecto visual diferente o simplemente porque se quiere mejorar el espaciado producido por el LaTeX.

Así, las macros siguientes introducen pequeños espacios en blanco dentro de una fórmula matemática:

`\!`	−3/18 de cuadratín	
`\,`	3/18 de cuadratín	⊔
`\:`	4/18 de cuadratín	⊔
`\;`	5/18 de cuadratín	⊔
`\␣`	1/3 de cuadratín	⊔
`\quad`	un cuadratín	⊔
`\qquad`	dos cuadratines	⊔

Por ejemplo, las expresiones siguientes han sido compuestas en la tercera columna sin las correcciones de espaciado indicadas:

`$\sqrt{2}\,x$`	$\sqrt{2}\,x$	$\sqrt{2}x$
`$\sqrt{\,\log x}$`	$\sqrt{\,\log x}$	$\sqrt{\log x}$
`$O\left(1/\sqrt{n}\,\right)$`	$O\left(1/\sqrt{n}\,\right)$	$O(1/\sqrt{n})$
`$[\,0,1)$`	$[\,0,1)$	$[0,1)$
`$\log n\,(\log\log n)^2$`	$\log n\,(\log\log n)^2$	$\log n(\log\log n)^2$
`$x^2\!/2$`	$x^2\!/2$	$x^2/2$
`$n/\!\log n$`	$n/\!\log n$	$n/\log n$
`$\Gamma_{\!2}+\Delta^{\!2}$`	$\Gamma_{\!2}+\Delta^{\!2}$	$\Gamma_2+\Delta^2$
`$R_i{}^j{}_{\!kl}$`	$R_i{}^j{}_{\!kl}$	$R_i{}^j{}_{kl}$
`$\int_0^x\!\int_0^y dF(u,v)$`	$\int_0^x\!\int_0^y dF(u,v)$	$\int_0^x\int_0^y dF(u,v)$
`$\int\!\!\!\int_D dx\,dy$`	$\int\!\!\!\int_D dx\,dy$	$\int\int_D dx\,dy$
`$\int f(x)\,dx$`	$\int f(x)\,dx$	$\int f(x)dx$

El LaTeX tampoco permite líneas en blanco en modo matemático. Es decir, toda fórmula matemática se compone en un párrafo, bien dentro de un párrafo de texto, bien como párrafo aparte. En los dos casos, el LaTeX puede llegar a dividir una fórmula a final de línea como si se tratase de la división de una palabra en sílabas, a pesar que en el caso de fórmulas matemáticas el LaTeX sigue una norma tipográfica bien establecida para encontrar la posición de división más apropiada:

> Se puede dividir una fórmula inmediatamente después de un símbolo de operación o de un símbolo relacional, pero nunca inmediatamente antes.

Sin embargo, a veces el LaTeX no puede encontrar ninguna posición de división de una fórmula que le permita componer de manera óptima todo el párrafo. Asimismo, hay ocasiones en que el autor del trabajo científico puede determinar ciertas posiciones de división de una fórmula que son correctas en un caso particular, pero que no son cubiertas por las reglas estándares de división de fórmulas del LaTeX. En estos casos, se poden definir posiciones adicionales de división para una fórmula o expresión matemática particular, mediante la macro `\allowbreak`:

$(a_0,a_1,\ldots,a_n)+(b_0,b_1,\ldots,b_n)+(c_0,c_1,\ldots,$
$c_n)=(a_0+b_0+c_0,a_1+b_1+c_1,\ldots,a_n+b_n+c_n)$

```
$(a_0,a_1,\ldots,a_n) + (b_0,b_1,\ldots,
b_n) + (c_0,\allowbreak c_1,\allowbreak
\ldots,\allowbreak c_n) =
(a_0+b_0+c_0,a_1+b_1+c_1,\ldots,
a_n+b_n+c_n)$
```

Cuanto a las fórmulas matemáticas compuestas en un párrafo aparte, el LaTeX nunca las divide en líneas, incluso cuando las fórmulas contienen macros `\allowbreak` de posiciones adicionales de división en líneas. Para conseguir la división en líneas de las fórmulas destacadas, es preciso escribirlas en un entorno array, eqnarray o eqnarray*, según se explica en el apartado 5.5.

5.4 Símbolos matemáticos

En las tablas siguientes figuran todos los símbolos que se pueden usar normalmente en modo matemático. Los símbolos sombreados, como por ejemplo `\Box`, no son estándares en el LaTeX

y es preciso declarar el paquete de definiciones latexsym en el preámbulo del documento para poder usarlos.

Signos diacríticos

$\hat{a}$	\hat{a}	$\acute{a}$	\acute{a}	$\bar{a}$	\bar{a}	$\dot{a}$	\dot{a}
$\check{a}$	\check{a}	$\grave{a}$	\grave{a}	$\vec{a}$	\vec{a}	$\ddot{a}$	\ddot{a}
$\breve{a}$	\breve{a}	$\tilde{a}$	\tilde{a}				

Letras griegas minúsculas

α	\alpha	θ	\theta	o	o	τ	\tau
β	\beta	ϑ	\vartheta	π	\pi	υ	\upsilon
γ	\gamma	ι	\iota	ϖ	\varpi	ϕ	\phi
δ	\delta	κ	\kappa	ρ	\rho	φ	\varphi
ϵ	\epsilon	λ	\lambda	ϱ	\varrho	χ	\chi
ε	\varepsilon	μ	\mu	σ	\sigma	ψ	\psi
ζ	\zeta	ν	\nu	ς	\varsigma	ω	\omega
η	\eta	ξ	\xi				

Letras griegas mayúsculas

Γ	\Gamma	Λ	\Lambda	Σ	\Sigma	Ψ	\Psi
Δ	\Delta	Ξ	\Xi	Υ	\Upsilon	Ω	\Omega
Θ	\Theta	Π	\Pi	Φ	\Phi		

Letras caligráficas

$\mathcal{A}$	\mathcal{A}	$\mathcal{H}$	\mathcal{H}	$\mathcal{O}$	\mathcal{O}	$\mathcal{V}$	\mathcal{V}
$\mathcal{B}$	\mathcal{B}	$\mathcal{I}$	\mathcal{I}	$\mathcal{P}$	\mathcal{P}	$\mathcal{W}$	\mathcal{W}
$\mathcal{C}$	\mathcal{C}	$\mathcal{J}$	\mathcal{J}	$\mathcal{Q}$	\mathcal{Q}	$\mathcal{X}$	\mathcal{X}
$\mathcal{D}$	\mathcal{D}	$\mathcal{K}$	\mathcal{K}	$\mathcal{R}$	\mathcal{R}	$\mathcal{Y}$	\mathcal{Y}
$\mathcal{E}$	\mathcal{E}	$\mathcal{L}$	\mathcal{L}	$\mathcal{S}$	\mathcal{S}	$\mathcal{Z}$	\mathcal{Z}
$\mathcal{F}$	\mathcal{F}	$\mathcal{M}$	\mathcal{M}	$\mathcal{T}$	\mathcal{T}		
$\mathcal{G}$	\mathcal{G}	$\mathcal{N}$	\mathcal{N}	$\mathcal{U}$	\mathcal{U}		

Miscelánea

$\aleph$	\aleph	$\prime$	\prime	$\forall$	\forall	∞	\infty
$\hbar$	\hbarlatex	$\emptyset$	\emptyset	$\exists$	\exists	$\Box$	\Box
$\imath$	\imath	∇	\nabla	$\neg$	\neg	$\Diamond$	\Diamond
$\jmath$	\jmath	$\surd$	\surd	$\flat$	\flat	$\triangle$	\triangle
ℓ	\ell	$\top$	\top	$\natural$	\natural	$\clubsuit$	\clubsuit
$\wp$	\wp	$\bot$	\bot	$\sharp$	\sharp	$\diamondsuit$	\diamondsuit
$\Re$	\Re	$\|$	\\|	$\backslash$	\backslash	$\heartsuit$	\heartsuit
$\Im$	\Im	$\angle$	\angle	∂	\partial	$\spadesuit$	\spadesuit
$\mho$	\mho						

Operadores grandes

$\textstyle\sum$	$\displaystyle\sum$	`\sum`	$\textstyle\bigcap$	$\displaystyle\bigcap$	`\bigcap`	$\textstyle\bigodot$	$\displaystyle\bigodot$	`\bigodot`
$\textstyle\prod$	$\displaystyle\prod$	`\prod`	$\textstyle\bigcup$	$\displaystyle\bigcup$	`\bigcup`	$\textstyle\bigotimes$	$\displaystyle\bigotimes$	`\bigotimes`
$\textstyle\coprod$	$\displaystyle\coprod$	`\coprod`	$\textstyle\bigsqcup$	$\displaystyle\bigsqcup$	`\bigsqcup`	$\textstyle\bigoplus$	$\displaystyle\bigoplus$	`\bigoplus`
$\textstyle\int$	$\displaystyle\int$	`\int`	$\textstyle\bigvee$	$\displaystyle\bigvee$	`\bigvee`	$\textstyle\biguplus$	$\displaystyle\biguplus$	`\biguplus`
$\textstyle\oint$	$\displaystyle\oint$	`\oint`	$\textstyle\bigwedge$	$\displaystyle\bigwedge$	`\bigwedge`			

Operadores binarios

$\pm$	`\pm`	$\cap$	`\cap`	$\diamond$	`\diamond`	$\oplus$	`\oplus`
$\mp$	`\mp`	$\cup$	`\cup`	$\bigtriangleup$	`\bigtriangleup`	$\ominus$	`\ominus`
$\times$	`\times`	$\uplus$	`\uplus`	$\bigtriangledown$	`\bigtriangledown`	$\otimes$	`\otimes`
$\div$	`\div`	$\sqcap$	`\sqcap`	$\triangleleft$	`\triangleleft`	$\oslash$	`\oslash`
$\ast$	`\ast`	$\sqcup$	`\sqcup`	$\triangleright$	`\triangleright`	$\odot$	`\odot`
$\star$	`\star`	$\vee$	`\vee`	$\lhd$	`\lhd`	$\bigcirc$	`\bigcirc`
$\circ$	`\circ`	$\wedge$	`\wedge`	$\rhd$	`\rhd`	$\dagger$	`\dagger`
$\bullet$	`\bullet`	$\setminus$	`\setminus`	$\unlhd$	`\unlhd`	$\ddagger$	`\ddagger`
$\cdot$	`\cdot`	$\wr$	`\wr`	$\unrhd$	`\unrhd`	$\amalg$	`\amalg`

Relaciones binarias

$\leq$	`\leq`	$\geq$	`\geq`	$\equiv$	`\equiv`	$\models$	`\models`
$\prec$	`\prec`	$\succ$	`\succ`	$\sim$	`\sim`	$\perp$	`\perp`
$\preceq$	`\preceq`	$\succeq$	`\succeq`	$\simeq$	`\simeq`	$\mid$	`\mid`
$\ll$	`\ll`	$\gg$	`\gg`	$\asymp$	`\asymp`	$\parallel$	`\parallel`
$\subset$	`\subset`	$\supset$	`\supset`	$\approx$	`\approx`	$\bowtie$	`\bowtie`
$\subseteq$	`\subseteq`	$\supseteq$	`\supseteq`	$\cong$	`\cong`	$\Join$	`\Join`
$\sqsubset$	`\sqsubset`	$\sqsupset$	`\sqsupset`	$\neq$	`\neq`	$\smile$	`\smile`
$\sqsubseteq$	`\sqsubseteq`	$\sqsupseteq$	`\sqsupseteq`	$\doteq$	`\doteq`	$\frown$	`\frown`
$\in$	`\in`	$\ni$	`\ni`	$\notin$	`\notin`	$\propto$	`\propto`
$\vdash$	`\vdash`	$\dashv$	`\dashv`				

Flechas

$\leftarrow$	`\leftarrow`	$\longleftarrow$	`\longleftarrow`	$\uparrow$	`\uparrow`
$\Leftarrow$	`\Leftarrow`	$\Longleftarrow$	`\Longleftarrow`	$\Uparrow$	`\Uparrow`
$\rightarrow$	`\rightarrow`	$\longrightarrow$	`\longrightarrow`	$\downarrow$	`\downarrow`
$\Rightarrow$	`\Rightarrow`	$\Longrightarrow$	`\Longrightarrow`	$\Downarrow$	`\Downarrow`
$\leftrightarrow$	`\leftrightarrow`	$\longleftrightarrow$	`\longleftrightarrow`	$\updownarrow$	`\updownarrow`
$\Leftrightarrow$	`\Leftrightarrow`	$\Longleftrightarrow$	`\Longleftrightarrow`	$\Updownarrow$	`\Updownarrow`
$\mapsto$	`\mapsto`	$\longmapsto$	`\longmapsto`	$\nearrow$	`\nearrow`
$\hookleftarrow$	`\hookleftarrow`	$\hookrightarrow$	`\hookrightarrow`	$\searrow$	`\searrow`
$\leftharpoonup$	`\leftharpoonup`	$\rightharpoonup$	`\rightharpoonup`	$\swarrow$	`\swarrow`
$\leftharpoondown$	`\leftharpoondown`	$\rightharpoondown$	`\rightharpoondown`	$\nwarrow$	`\nwarrow`
$\rightleftharpoons$	`\rightleftharpoons`	$\leadsto$	`\leadsto`		

Delimitadores

$($	`(`	$)$	`)`	$\uparrow$	`\uparrow`
$[$	`[`	$]$	`]`	$\downarrow$	`\downarrow`
$\{$	`\{`	$\}$	`\}`	$\updownarrow$	`\updownarrow`
$\lfloor$	`\lfloor`	$\rfloor$	`\rfloor`	$\Uparrow$	`\Uparrow`
$\lceil$	`\lceil`	$\rceil$	`\rceil`	$\Downarrow$	`\Downarrow`
$\langle$	`\langle`	$\rangle$	`\rangle`	$\Updownarrow$	`\Updownarrow`
$/$	`/`	$\backslash$	`\backslash`		
$\vert$	`|`	$\Vert$	`|`		

Delimitadores grandes

$\lmoustache$	`\lmoustache`	$\rmoustache$	`\rmoustache`	$\lgroup$	`\lgroup`	$\rgroup$	`\rgroup`
$\arrowvert$	`\arrowvert`	$\Arrowvert$	`\Arrowvert`	$\bracevert$	`\bracevert`		

Los símbolos siguientes se pueden usar tanto en modo matemático como en modo texto. Contrariamente a lo que se afirma en (Lamport, 1994, p. 39 y 173), la macro `\copyright` no se puede emplear en modo matemático.

Otros símbolos

$\dagger$	`\dag`	$\ddagger$	`\ddag`	§	`\S`	¶	`\P`	£	`\pounds`

En las tablas siguientes figuran todos los símbolos adicionales que se pueden usar en modo matemático cuando se ha declarado el paquete de definiciones amssymb en el preámbulo del documento y las pólizas $\mathcal{AMS}$ han sido instaladas en el sistema LaTeX. El símbolo `\hbar` se encuentra tanto en las fuentes estándares del LaTeX como en las fuentes $\mathcal{AMS}$, pero se trata de dos representaciones diferentes del mismo símbolo: la versión estándar del LaTeX es $\hbar$ y $\hslash$ es la versión correspondiente en las fuentes $\mathcal{AMS}$.

Delimitadores $\mathcal{AMS}$

$\ulcorner$	`\ulcorner`	$\urcorner$	`\urcorner`	$\llcorner$	`\llcorner`	$\lrcorner$	`\lrcorner`

Flechas $\mathcal{AMS}$

$\rightleftarrows$	`\rightleftarrows`	$\Rrightarrow$	`\Rrightarrow`	$\leftleftarrows$	`\leftleftarrows`
$\leftrightarrows$	`\leftrightarrows`	$\Lleftarrow$	`\Lleftarrow`	$\twoheadleftarrow$	`\twoheadleftarrow`
$\leftarrowtail$	`\leftarrowtail`	$\looparrowleft$	`\looparrowleft`	$\leftrightharpoons$	`\leftrightharpoons`
$\curvearrowleft$	`\curvearrowleft`	$\circlearrowleft$	`\circlearrowleft`	$\Lsh$	`\Lsh`
$\upuparrows$	`\upuparrows`	$\upharpoonleft$	`\upharpoonleft`	$\downharpoonleft$	`\downharpoonleft`
$\multimap$	`\multimap`	$\leftrightsquigarrow$	`\leftrightsquigarrow`	$\rightrightarrows$	`\rightrightarrows`
$\twoheadrightarrow$	`\twoheadrightarrow`	$\rightarrowtail$	`\rightarrowtail`	$\looparrowright$	`\looparrowright`
$\rightleftharpoons$	`\rightleftharpoons`	$\curvearrowright$	`\curvearrowright`	$\circlearrowright$	`\circlearrowright`
$\Rsh$	`\Rsh`	$\downdownarrows$	`\downdownarrows`	$\upharpoonright$	`\upharpoonright`
$\downharpoonright$	`\downharpoonright`	$\rightsquigarrow$	`\rightsquigarrow`	$\restriction$	`\restriction`

Flechas $\mathcal{AMS}$ con negación

$\nleftarrow$	\nleftarrow	$\nrightarrow$	\nrightarrow	$\nleftrightarrow$	\nleftrightarrow
$\nLeftarrow$	\nLeftarrow	$\nRightarrow$	\nRightarrow	$\nLeftrightarrow$	\nLeftrightarrow

Letras griegas $\mathcal{AMS}$

$\digamma$	\digamma	$\varkappa$	\varkappa

Letras hebreas $\mathcal{AMS}$

$\beth$	\beth	$\daleth$	\daleth	$\gimel$	\gimel

Miscelánea $\mathcal{AMS}$

$\hbar$	\hbar	$\hslash$	\hslash	$\vartriangle$	\vartriangle
$\triangledown$	\triangledown	$\square$	\square	$\lozenge$	\lozenge
$\circledS$	\circledS	$\angle$	\angle	$\measuredangle$	\measuredangle
$\nexists$	\nexists	$\mho$	\mho	$\Finv$	\Finv
$\Game$	\Game	$\Bbbk$	\Bbbk	$\backprime$	\backprime
$\varnothing$	\varnothing	$\blacktriangle$	\blacktriangle	$\blacktriangledown$	\blacktriangledown
$\blacksquare$	\blacksquare	$\blacklozenge$	\blacklozenge	$\bigstar$	\bigstar
$\sphericalangle$	\sphericalangle	$\complement$	\complement	$\eth$	\eth
$\diagup$	\diagup	$\diagdown$	\diagdown		

Operadores binarios $\mathcal{AMS}$

$\dotplus$	\dotplus	$\smallsetminus$	\smallsetminus	$\Cap$	\Cap, \doublecap
$\Cup$	\Cup, \doublecup	$\barwedge$	\barwedge	$\veebar$	\veebar
$\doublebarwedge$	\doublebarwedge	$\boxminus$	\boxminus	$\boxtimes$	\boxtimes
$\boxdot$	\boxdot	$\boxplus$	\boxplus	$\divideontimes$	\divideontimes
$\ltimes$	\ltimes	$\rtimes$	\rtimes	$\leftthreetimes$	\leftthreetimes
$\rightthreetimes$	\rightthreetimes	$\curlywedge$	\curlywedge	$\curlyvee$	\curlyvee
$\circleddash$	\circleddash	$\circledast$	\circledast	$\circledcirc$	\circledcirc
$\centerdot$	\centerdot	$\intercal$	\intercal		

Relaciones $\mathcal{AMS}$

$\leqq$	\leqq	$\leqslant$	\leqslant	$\eqslantless$	\eqslantless
$\lesssim$	\lesssim	$\lessapprox$	\lessapprox	$\approxeq$	\approxeq
$\lessdot$	\lessdot	$\lll$	\lll, \llless	$\lessgtr$	\lessgtr
$\lesseqgtr$	\lesseqgtr	$\lesseqqgtr$	\lesseqqgtr	$\doteqdot$	\doteqdot, \Doteq
$\risingdotseq$	\risingdotseq	$\fallingdotseq$	\fallingdotseq	$\backsim$	\backsim
$\backsimeq$	\backsimeq	$\subseteqq$	\subseteqq	$\Subset$	\Subset
$\sqsubset$	\sqsubset	$\preccurlyeq$	\preccurlyeq	$\curlyeqprec$	\curlyeqprec
$\precsim$	\precsim	$\precapprox$	\precapprox	$\vartriangleleft$	\vartriangleleft
$\trianglelefteq$	\trianglelefteq	$\vDash$	\vDash	$\Vvdash$	\Vvdash
$\smallsmile$	\smallsmile	$\smallfrown$	\smallfrown	$\bumpeq$	\bumpeq
$\Bumpeq$	\Bumpeq	$\geqq$	\geqq	$\geqslant$	\geqslant
$\eqslantgtr$	\eqslantgtr	$\gtrsim$	\gtrsim	$\gtrapprox$	\gtrapprox
$\gtrdot$	\gtrdot	$\ggg$	\ggg, \gggtr	$\gtrless$	\gtrless
$\gtreqless$	\gtreqless	$\gtreqqless$	\gtreqqless	$\eqcirc$	\eqcirc
$\circeq$	\circeq	$\triangleq$	\triangleq	$\thicksim$	\thicksim
$\thickapprox$	\thickapprox	$\supseteqq$	\supseteqq	$\Supset$	\Supset
$\sqsupset$	\sqsupset	$\succcurlyeq$	\succcurlyeq	$\curlyeqsucc$	\curlyeqsucc
$\succsim$	\succsim	$\succapprox$	\succapprox	$\vartriangleright$	\vartriangleright
$\trianglerighteq$	\trianglerighteq	$\Vdash$	\Vdash	$\shortmid$	\shortmid
$\shortparallel$	\shortparallel	$\between$	\between	$\pitchfork$	\pitchfork
$\varpropto$	\varpropto	$\blacktriangleleft$	\blacktriangleleft	$\therefore$	\therefore
$\backepsilon$	\backepsilon	$\blacktriangleright$	\blacktriangleright	$\because$	\because

Relacions $\mathcal{AMS}$ con negación

$\nless$	`\nless`	$\nleq$	`\nleq`	$\nleqslant$	`\nleqslant`
$\nleqq$	`\nleqq`	$\lneq$	`\lneq`	$\lneqq$	`\lneqq`
$\lvertneqq$	`\lvertneqq`	$\lnsim$	`\lnsim`	$\lnapprox$	`\lnapprox`
$\nprec$	`\nprec`	$\npreceq$	`\npreceq`	$\precnsim$	`\precnsim`
$\precnapprox$	`\precnapprox`	$\nsim$	`\nsim`	$\nshortmid$	`\nshortmid`
$\nmid$	`\nmid`	$\nvdash$	`\nvdash`	$\nvDash$	`\nvDash`
$\ntriangleleft$	`\ntriangleleft`	$\ntrianglelefteq$	`\ntrianglelefteq`	$\nsubseteq$	`\nsubseteq`
$\subsetneq$	`\subsetneq`	$\varsubsetneq$	`\varsubsetneq`	$\subsetneqq$	`\subsetneqq`
$\varsubsetneqq$	`\varsubsetneqq`	$\ngtr$	`\ngtr`	$\ngeq$	`\ngeq`
$\ngeqslant$	`\ngeqslant`	$\ngeqq$	`\ngeqq`	$\gneq$	`\gneq`
$\gneqq$	`\gneqq`	$\gvertneqq$	`\gvertneqq`	$\gnsim$	`\gnsim`
$\gnapprox$	`\gnapprox`	$\nsucc$	`\nsucc`	$\nsucceq$	`\nsucceq`
$\succnsim$	`\succnsim`	$\succnapprox$	`\succnapprox`	$\ncong$	`\ncong`
$\nshortparallel$	`\nshortparallel`	$\nparallel$	`\nparallel`	$\nvDash$	`\nvDash`
$\nVDash$	`\nVDash`	$\ntriangleright$	`\ntriangleright`	$\ntrianglerighteq$	`\ntrianglerighteq`
$\nsupseteq$	`\nsupseteq`	$\nsupseteqq$	`\nsupseteqq`	$\supsetneq$	`\supsetneq`
$\varsupsetneq$	`\varsupsetneq`	$\supsetneqq$	`\supsetneqq`	$\varsupsetneqq$	`\varsupsetneqq`

5.5 Entornos matemáticos

Algunas construcciones matemáticas relativamente complejas no se componen directamente como fórmulas matemáticas, sino que se especifican mediante entornos matemáticos. Estas construcciones son las ecuaciones y las matrices. Además, los enunciados también se especifican mediante entornos matemáticos.

Enunciados

Los textos científicos suelen incluir enunciados tales como teoremas, corolarios, lemas, proposiciones, definiciones, axiomas, observaciones, ejemplos, casos, problemas, demostraciones, etc. Estos enunciados se componen en cursiva y en un párrafo aparte, para distinguirlos del resto del texto, y se suelen enumerar para poder hacer referencias cruzadas.

Para componer enunciados con LaTeX es preciso declarar los entornos necesarios en el preámbulo del documento. La macro

`\newtheorem{`*nombre*`}{`*cabecera*`}[`*enumeración*`]`

define un nuevo entorno para componer enunciados, donde el argumento *cabecera* es el texto que se compone como cabecera del enunciado, en negrita, y el argumento opcional *enumeración* especifica un contador del LaTeX que determina la forma de enumerar estos enunciados, como por ejemplo chapter para enumerarlos correlativamente dentro de cada capítulo y section para enumerarlos correlativamente dentro de cada apartado del documento. Los enunciados se escriben dentro del entorno delimitado por las macros `\begin{`*nombre*`}` y `\end{`*nombre*`}`:

Proposición 5.1 *El conjunto de los números primos es infinito.*

```
\newtheorem{propos}{Proposición}[chapter]
\begin{propos}
El conjunto de los números primos
es infinito.
\end{propos}
```

Proposición 5.5.1 *El conjunto de los números primos es infinito.*

```
\newtheorem{propo}{Proposición}[section]
\begin{propo}
El conjunto de los números primos
es infinito.
\end{propo}
```

Si no se especifica este argumento opcional de enumeración, los enunciados correspondientes se enumeran correlativamente dentro de todo el documento:

Proposición 1 *El conjunto de los números primos es infinito.*

```
\newtheorem{prop}{Proposició}
\begin{prop}
El conjunto de los números primos
es infinito.
\end{prop}
```

Una segunda forma de la macro `\newtheorem` permite definir enunciados con una enumeración en el mismo orden correlativo que la enumeración de otro enunciado. La macro:

`\newtheorem{`*nombre*`}[`*enumeración*`]{`*cabecera*`}`

permite definir nuevos entornos con una misma secuencia de enumeración:

Definición 1 *Dos conjuntos de atributos X y Y son* equivalentes *respecto a un conjunto F de dependencias funcionales, lo que se denota por $X \leftrightarrow Y$, si $F \models X \rightarrow Y$ y $F \models Y \rightarrow X$.*

Lema 2 *Sean F y G dos conjuntos de dependencias funcionales equivalentes y no redundantes sobre un esquema de relación R, y sea $X \rightarrow Y$ una dependencia funcional en F. Entonces existe una dependencia funcional $V \rightarrow W$ en G con $X \leftrightarrow V$ respecto a F (y también respecto a G).*

```
\newtheorem{definicio}{Definició}
\newtheorem{lema}[definicio]{Lema}
\begin{definicio}
Dos conjuntos de atributos $X$ y $Y$ son
\emph{equivalentes} respecto a un conjunto
$F$ de dependencias funcionales, lo que se
denota por $X \leftrightarrow Y$, si
$F \models X \rightarrow Y$ y
$F \models Y \rightarrow X$.
\end{definicio}
\begin{lema}
Sean $F$ y $G$ dos conjuntos de
dependencias funcionales equivalentes y no
redundantes sobre un esquema de relación
$R$, y sea $X \rightarrow Y$ una
dependencia funcional en $F$. Entonces
existe una dependencia funcional
$V \rightarrow W$ en $G$ con
$X \leftrightarrow V$ respecto a $F$
(y también respecto a $G$).
\end{lema}
```

Sea cual sea la forma de enumerarlos, todos los enunciados tienen un argumento opcional *identificación* que permite citar el autor original o el nombre con el cual se conoce el enunciado:

```
\begin{nombre} [identificación]
⋮
\begin{nombre}
```

Esta *identificación* de los enunciados se compone entre paréntesis y en negrita, en la cabecera del enunciado:

Teorema 1 (Grassmann) *Sean F y G dos subespacios vectoriales de E y supongamos que la dimensión de E es finita. Entonces F, G, $F \cap G$ y $F + G$ son todos de dimensión finita y*

$$\dim F + \dim G = \dim(F + G) + \dim(F \cap G).$$

```
\newtheorem{teorema}{Teorema}
\begin{teorema} [Grassmann]
Sean $F$ y $G$ dos subespacios vectoriales
de $E$ y supongamos que la dimensión de $E$
es finita. Entonces $F$, $G$, $F \cap G$
y $F + G$ son todos de dimensión finita y
$$\dim F + \dim G = \dim (F + G) +
\dim (F \cap G). $$
\end{teorema}
```

Las demostraciones también se componen en un párrafo aparte, o en más de uno, pero a diferencia de los enunciados se componen en redonda y no se enumeran. Además, se suele incluir el símbolo □ (*quod est demostrandum*) al final de las demostraciones. Entonces, los entornos `\newtheorem` no son adecuados para componer demostraciones de teoremas, corolarios, lemas

y proposiciones, y resulta más conveniente definir un nuevo entorno, según se explica en el apartado 4.7, como por ejemplo el siguiente:

Demostración. Sean $b = a \cdot r$ y $c = a \cdot s$ con $r, s \in \mathbb{Z}$. Entonces $b + c = a \cdot (r + s)$ y $b - c = a \cdot (r - s)$. $\Box$

```
\newenvironment{demo}
  {\textit{Demostración.}}
  {\quad \hfill $\Box$}
\begin{demo}
Sean $b = a \cdot r$ y $c = a \cdot s$
con $r, s \in \mathbb{Z}$. Entonces
$b + c = a \cdot (r + s)$ y
$b - c = a \cdot (r - s)$.
\end{demo}
```

El mecanismo de referencias cruzadas del LATEX se puede usar para hacer referencia a los enunciados; sólo es preciso introducir una macro `\label` dentro del entorno correspondiente:

La definición 3 da lugar a una variante de la estrategia de resolución lineal: la *resolución lineal ordenada.*

Definición 3 *Una cláusula ordenada es una cláusula en la cual se ha impuesto un orden en los literales que la componen.*

```
\newtheorem{definicion}{Definición}
La definición~\ref{def:ordenada} da lugar a
una variante de la estrategia de resolución
lineal: la \emph{resolución lineal
ordenada}.
\begin{definicion} \label{def:ordenada} Una
cláusula ordenada es una cláusula en la
cual se ha impuesto un orden en los
literales que la componen.
\end{definicion}
```

A veces, el estilo en que el LATEX compone los enunciados no se adapta del todo a los criterios de estilo de las editoriales científicas. El paquete de definiciones theorem extiende el mecanismo de definición de enunciados del LATEX para permitir escoger el estilo para componer cada enunciado entre una serie de estilos predefinidos. La macro

`\theoremstyle{`*estilo*`}`

en el preámbulo del documento determina el estilo de todos los enunciados que se definen a continuación, mediante macros `\newtheorem`, hasta la próxima macro `\theoremstyle`, si la hay, donde *estilo* es uno de los siguientes:

plain	Emula el estilo estándar del LaTeX para componer enunciados.
break	Introduce una división de línea entre la cabecera y el texto del enunciado.
marginbreak	Compone el número del enunciado dentro del margen izquierdo, además de introducir una división de línea entre la cabecera y el texto del enunciado.
changebreak	Compone el número del enunciado delante de la cabecera, además de introducir una división de línea entre la cabecera y el texto del enunciado.
change	Compone el número del enunciado delante de la cabecera del enunciado.
margin	Compone el número del enunciado dentro del margen izquierdo.

Los siguientes son ejemplos de los diferentes estilos predefinidos en el paquete de definiciones theorem para componer enunciados:

Proposición 1
La permutación identidad no se puede poner como producto de un número impar de transposiciones.

```
\theoremstyle{break}
\newtheorem{proposicion}{Proposición}
\begin{proposicion}
La permutación identidad no se puede poner
como producto de un número impar de
transposiciones.
\end{proposicion}
```

1 **Proposición**
La permutación identidad no se puede poner como producto de un número impar de transposiciones.

```
\theoremstyle{marginbreak}
\newtheorem{proposicion}{Proposición}
\begin{proposicion}
La permutación identidad no se puede poner
como producto de un número impar de
transposiciones.
\end{proposicion}
```

1 Proposición
La permutación identidad no se puede poner como producto de un número impar de transposiciones.

```
\theoremstyle{changebreak}
\newtheorem{proposicion}{Proposición}
\begin{proposicion}
La permutación identidad no se puede poner
como producto de un número impar de
transposiciones.
\end{proposicion}
```

1 Proposición *La permutación identidad no se puede poner como producto de un número impar de transposiciones.*

```
\theoremstyle{change}
\newtheorem{proposicion}{Proposición}
\begin{proposicion}
La permutación identidad no se puede poner
como producto de un número impar de
transposiciones.
\end{proposicion}
```

1 **Proposición** *La permutación identidad no se puede poner como producto de un número impar de transposiciones.*

```
\theoremstyle{margin}
\newtheorem{proposicion}{Proposición}
\begin{proposicion}
La permutación identidad no se puede poner
como producto de un número impar de
transposiciones.
\end{proposicion}
```

Todos estos estilos componen, por defecto, la cabecera de los enunciados en negrita y el texto de los enunciados en la familia, la forma y la serie del cuerpo base. A veces, esto tampoco resulta satisfactorio. Muchas editoriales científicas componen las cabeceras de los enunciados en versalita, sobre todo cuando se trata de textos matemáticos. El paquete de definiciones theorem también permite modificar la familia, la forma y la serie de la fuente y el cuerpo que es preciso usar para componer la cabecera y el texto de los enunciados. La macro

`\theoremheaderfont{`*especificación*`}`

en el preámbulo del documento determina la fuente y el cuerpo que es preciso usar para componer las cabeceras de todos los nuevos enunciados, mientras que la macro

`\theorembodyfont{`*especificación*`}`

en el preámbulo del documento determina la fuente y el cuerpo que es preciso usar para componer el texto de los nuevos enunciados que se definen a continuación, hasta la próxima macro `\theorembodyfont`, si la hay, donde *especificación* consiste en ninguna declaración o en una o más declaraciones de fuente y macros de cuerpo de fuente, según se explica en el apartado 4.5, como por ejemplo `\bfseries\sffamily\large` para especificar un cuerpo grande y una fuente de serie negrita y familia lineal.

Así, las especificaciones por defecto corresponden a las macros siguientes:

```
\theoremheaderfont{\bfseries}
\theorembodyfont{}
```

El ejemplo siguiente ilustra la composición de las cabeceras de los enunciados en versalita:

Proposición 1 La permutación identidad no se puede poner como producto de un número impar de transposiciones.

```
\theoremstyle{plain}
\theoremheaderfont{\scshape}
\newtheorem{proposicion}{Proposición}
\begin{proposicion}
La permutación identidad no se puede poner
como producto de un número impar de
transposiciones.
\end{proposicion}
```

El paquete de definiciones amsthm también extiende el mecanismo de definición de enunciados del LATEX y permite escoger el estilo para componer cada enunciado entre una serie de estilos predefinidos, de manera similar al paquete de definiciones theorem, además de permitir la composición de enunciados no enumerados y demostraciones.

Estos estilos predefinidos son tres: plain, definition y remark. El estilo por defecto es el plain, que permite componer los enunciados de más importancia relativa, como por ejemplo teoremas, corolarios, lemas y proposiciones, mientras que el estilo definition permite componer los enunciados que son de una importancia relativa menor, como por ejemplo definiciones, axiomas y ejemplos, y el estilo remark permite componer los enunciados de menos importancia relativa, como por ejemplo observaciones, casos y problemas.

Con todo, la composición de los enunciados es función también de la clase de documentos de que se trata. Las cabeceras de los enunciados se componen en negrita y el texto de los enunciados se compone en cursiva para el estilo plain, pero las cabeceras se componen en negrita y el texto se compone en romana para el estilo definition y las cabeceras se componen en cursiva y el texto de los enunciados se compone en romana para el estilo remark con las clases estándares de documentos LATEX. En todos los casos, las cabeceras de los enunciados se componen seguidas de un punto.

Proposición 1. *La permutación identidad no se puede poner como producto de un número impar de transposiciones.*

Proposición 1. La permutación identidad no se puede poner como producto de un número impar de transposiciones.

Proposición 1. La permutación identidad no se puede poner como producto de un número impar de transposiciones.

```
\theoremstyle{plain}
\newtheorem{proposicion}{Proposición}
\begin{proposicion}
...
\end{proposicion}
\theoremstyle{definition}
\newtheorem{proposicion}{Proposición}
\begin{proposicion}
...
\end{proposicion}
\theoremstyle{remark}
\newtheorem{proposicion}{Proposición}
\begin{proposicion}
La permutación identidad no se puede poner
como producto de un número impar de
transposiciones.
\end{proposicion}
```

Este paquete de definiciones también permite componer el nombre del enunciado delante de la cabecera, mediante la macro `\swapnumbers`, en lugar de componerlo detrás de la cabecera del enunciado. La macro `\swapnumbers` se ha de incluir antes de las definiciones de nuevos enunciados:

1. Proposició. *La permutación identidad no se puede poner como producto de un número impar de transposiciones.*

```
\swapnumbers
\theoremstyle{plain}
\newtheorem{proposicion}{Proposición}
\begin{proposicion}
La permutación identidad no se puede poner
como producto de un número impar de
transposiciones.
\end{proposicion}
```

El paquete de definiciones amsthm también permite componer demostraciones, mediante el entorno proof. El símbolo □ se incluye automáticamente al final de la demostración:

Demostración. Sean $b = a \cdot r$ y $c = a \cdot s$ con $r, s \in \mathbb{Z}$. Entonces $b + c = a \cdot (r + s)$ y $b - c = a \cdot (r - s)$. □

```
\begin{proof}
Sean $b = a \cdot r$ y $c = a \cdot s$
con $r, s \in \mathbb{Z}$. Entonces
$b + c = a \cdot (r + s)$ y
$b - c = a \cdot (r - s)$.
\end{proof}
```

Matrices

Entre las construcciones matemáticas que abarcan más de una línea hay las matrices y los determinantes. Una matriz es esencialmente un conjunto ordenado de fórmulas matemáticas que se componen según una disposición rectangular de filas y columnas, es decir, alineadas tanto horizontalmente como verticalmente. Las matrices son, normalmente, estructuras homogéneas; es decir, todos sus elementos son del mismo tipo, como por ejemplo números enteros o números reales, a pesar que desde el punto de vista de la composición tipográfica los elementos de una matriz pueden ser cualquier expresión matemática e incluso un párrafo de texto.

El entorno array permite la composición de matrices de expresiones matemáticas alineadas en filas y en columnas. Las matrices también son fórmulas matemáticas y, por lo tanto, es preciso componerlas en modo matemático, dentro de un párrafo de texto o bien en un párrafo aparte. El LATEX determina automáticamente la altura de cada fila y la anchura de cada columna.

Este entorno requiere un argumento, que especifica el formato de la matriz. Tiene que haber una entrada para cada columna de la matriz. Las entradas admitidas son `l` para una columna de fórmulas matemáticas alineadas contra el margen izquierdo, `r` para una columna de fórmulas matemáticas alineadas contra el margen derecho, `c` para una columna de fórmulas matemáticas centradas y `p{`*anchura*`}` para una columna que contiene un párrafo de texto de la anchura indicada.

Además, las entradas de barra vertical `|` indican la inclusión de líneas verticales entre columnas, y una entrada de la forma `*{`*n*`}{`*formato*`}` es equivalente a n copias de la especificación *formato*, que puede incluir, a la vez, otra especificación `*{`*n*`}{`*formato*`}`. Esto permite escribir, por ejemplo, una especificación de seis columnas centradas de la forma `*6c`, en lugar de `cccccc`, y una especificación de doce columnas centradas como `*{12}c`, en lugar de `cccccccccccc`. Por otra parte, una entrada de la forma `@{`*texto*`}` inserta *texto* en cada fila de la tabla y suprime el espaciado adicional que el LaTeX normalmente inserta entre las columnas de una matriz.

El entorno `array` admite también una opción de alineación vertical de la matriz que coincide con la alineación vertical de la primera fila (`t`, *top*), o bien con la alineación vertical de la última fila (`b`, *bottom*) de la matriz, o bien está centrada verticalmente (`c`, *center*), que es la opción por defecto. Así, la forma genérica de este entorno es

```
\begin{array}[alineación]{formato}
filas
\end{array}
```

Dentro del entorno `array`, el carácter `&` indica el salto a la columna siguiente, dos barras invertidas `\\` indican el comienzo de una nueva fila de la matriz, la macro `\hline` inserta una línea horizontal que abarca toda la anchura de la matriz, la macro `\cline{`*m*-*n*`}` inserta una línea horizontal que se extiende desde la columna m hasta la columna n, donde 1 es la primera columna contando desde la izquierda, y la macro `\vline` inserta una línea vertical que abarca toda la altura de la fila.

No es preciso poner dos barras invertidas `\\` en la última fila de una matriz, salvo que se quiera insertar una línea horizontal al final de la matriz. El siguiente es un ejemplo de una matriz genérica:

$$ \begin{array}{cccc}
x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\
x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\
\vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\
x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn}
\end{array} $$

```
$$ \begin{array}{cccc}
x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\
x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\
\vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\
x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn}
\end{array} $$
```

Las líneas horizontales y verticales son útiles para dividir una matriz, por ejemplo cuando se trata de una matriz que define una operación algebraica:

Sólo hay un grupo no cíclico de orden 4:

$$ \begin{array}{r|rrrr}
 & e & a & b & c \\ \hline
e & e & a & b & c \\
a & a & e & c & b \\
b & b & c & e & a \\
c & c & b & a & e
\end{array} $$

```
Sólo hay un grupo no cíclico de orden 4:
$$ \begin{array}{r|rrrr}
  & e & a & b & c \\ \hline
e & e & a & b & c \\
a & a & e & c & b \\
b & b & c & e & a \\
c & c & b & a & e
\end{array} $$
```

Las matrices se suelen delimitar mediante paréntesis. Para que los paréntesis o cualquier otro delimitador vertical sean de la misma altura que la matriz es preciso escribirlos detrás de las macros `\left` y `\right` para los delimitadores izquierdo y derecho, respectivamente:

$$(I,B) = \left(\begin{array}{rrr|rrr} 1 & 0 & 0 & b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ 0 & 1 & 0 & b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ 0 & 0 & 1 & b_{31} & b_{32} & b_{33} \end{array} \right)$$

```
$$ (I,B) = \left( \begin{array}{rrr|rrr}
1 & 0 & 0 & b_{11} & b_{12} & b_{13} \\
0 & 1 & 0 & b_{21} & b_{22} & b_{23} \\
0 & 0 & 1 & b_{31} & b_{32} & b_{33}
\end{array} \right) $$
```

Los coeficientes binomiales también son matrices, a pesar que sólo tienen una columna. Es preciso poner un espacio fino, de tres dieciochoavos de cuadratín, detrás del símbolo de factorial para que la expresión sea más legible:

$$\left(\begin{array}{c} m \\ n \end{array} \right) = \frac{m!}{n!\,(m-n)!}$$

```
$$ \left( \begin{array}{c}
m \\ n
\end{array} \right)
= \frac{m!}{n!\,(m-n)!}
$$
```

La activación del paquete de definiciones amsmath también permite componer coeficientes binomiales, mediante la macro `\binom`:

$$\binom{n+1}{k} = \binom{n}{k} + \binom{n}{k-1}$$

```
$$ \binom{n+1}{k}
   = \binom{n}{k} + \binom{n}{k-1} $$
```

Otra de las construcciones matemáticas que abarcan más de una línea son los determinantes. Para componer el determinante de una matriz con LaTeX es preciso delimitar la matriz mediante barras verticales:

$$\left| \begin{array}{rrrrr} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 6 & 7 & 8 & 9 & 10 \\ 11 & 12 & 13 & 14 & 15 \\ 16 & 17 & 18 & 19 & 20 \\ 21 & 22 & 23 & 24 & 25 \end{array} \right| = 0$$

```
$$ \left| \begin{array}{rrrrr}
 1 &  2 &  3 &  4 &  5 \\
 6 &  7 &  8 &  9 & 10 \\
11 & 12 & 13 & 14 & 15 \\
16 & 17 & 18 & 19 & 20 \\
21 & 22 & 23 & 24 & 25
\end{array} \right| = 0 $$
```

Los delimitadores verticales, para que sean de tamaño variable, se han de escribir de manera explícita alrededor de un entorno array. La activación del paquete de definiciones delarray, sin embargo, permite especificar de manera implícita los delimitadores de una matriz, es decir, dentro de la especificación misma de las columnas de la matriz. Esto simplifica la escritura de las matrices:

$$\mathrm{Id}_4 = \left(\begin{array}{rrrr} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right)$$

```
$$ \textrm{Id}_4 =
\begin{array}({rrrr})
1 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1
\end{array} $$
```

El paquete de definiciones `array` da muchas opciones adicionales para el entorno `array`, como también para el entorno de alineación de texto `tabular`, entre las cuales `>{`*declaración*`}` y `<{`*declaración*`}`.

Estas opciones se pueden incluir en una especificación de columna para que la *declaración* se aplique inmediatamente antes o inmediatamente después de componer las entradas en la columna correspondiente. Por ejemplo, para componer en modo matemático todas las entradas de una columna alineada contra el margen derecho en un entorno `tabular` basta la especificación de columna `>$r<$`, que equivale a escribir `$` delante y detrás de cada entrada de la columna:

	e	a	b	c
e	e	a	b	c
a	a	e	c	b
b	b	c	e	a
c	c	b	a	e

```
\begin{tabular}{>$r<$|*4{>$r<$}}
  & e & a & b & c \\ \hline
e & e & a & b & c \\
a & a & e & c & b \\
b & b & c & e & a \\
c & c & b & a & e
\end{tabular}
```

Por otra parte, el paquete de definiciones `dcolumn` da la opción adicional de alinear columnas en la coma decimal en el entorno `array`, como también en el entorno de alineación de texto `tabular`, incluso cuando se mezclan números enteros y números con cifras decimales en las filas de una matriz. La especificación de columna

`D{`*punto*`}{`*coma*`}{`*decimales*`}`

indica la composición de una columna de números alineados en la coma decimal, donde *punto* es el carácter usado en el original electrónico para separar las cifras enteras de las cifras decimales (normalmente una coma, pero en la tradición anglosajona un punto), *coma* es el carácter usado en el documento LaTeX compuesto para separar cifras enteras de decimales (es decir, una coma) y *decimales* es el número máximo de cifras decimales admitidas en la columna, donde un valor negativo especifica que la columna puede incluir cualquier número de cifras decimales.

Así, la especificación `D{.}{,}{4}` indica la composición de una columna de números que llevan cuatro cifras decimales como máximo, alineados en la coma decimal y escritos con punto decimal pero compuestos con coma decimal:

n	$\log n!$
1	0
2	0,6931
3	1,7918
4	3,1781
5	4,7875
6	6,5793
7	8,5252
8	10,6046
9	12,8018
10	15,1044

```
$$ \begin{array}{r|D{.}{,}{4}}
n & \multicolumn{1}{c}{\log n!} \\ \hline
1 & 0 \\
2 & 0.6931 \\
3 & 1.7918 \\
4 & 3.1781 \\
5 & 4.7875 \\
6 & 6.5793 \\
7 & 8.5252 \\
8 & 10.6046 \\
9 & 12.8018 \\
10 & 15.1044
\end{array} $$
```

Ecuaciones

Una ecuación es una igualdad entre expresiones matemáticas. Entonces, las ecuaciones se pueden componer con LaTeX de la misma manera que cualquier otra expresión matemática, tanto dentro de un párrafo de texto como en un párrafo aparte:

$$a_0 + a_1 x + a_2 x_2 + \cdots + a_n x^n$$

```
$$
a_0 + a_1 x + a_2 x_2 + \cdots + a_n x^n
$$
```

El entorno equation también permite componer cualquier expresión matemática como una ecuación en un párrafo aparte, pero enumerada:

$$a_0 + a_1 x + a_2 x_2 + \cdots + a_n x^n \tag{5.1}$$

```
\begin{equation}
a_0 + a_1 x + a_2 x_2 + \cdots + a_n x^n
\end{equation}
```

El mecanismo de referencias cruzadas del LaTeX se puede usar también para hacer referencia a las ecuaciones; sólo es preciso introducir una macro `\label` dentro del entorno equation:

La ecuación 5.2 da la forma general de la ecuación algebraica racional de grado $\leq n$.

$$a_0 + a_1 x + a_2 x_2 + \cdots + a_n x^n \tag{5.2}$$

```
La ecuación \ref{eq:arrel} da la forma
general de la ecuación algebraica
racional de grado $\leq n$.
\begin{equation}
a_0 + a_1 x + a_2 x_2 + \cdots + a_n x^n
\label{eq:arrel}
\end{equation}
```

Cuando las ecuaciones o, en general, las expresiones matemáticas abarcan más de una línea, sin embargo, es preciso usar los entornos eqnarray o eqnarray* en lugar del entorno equation. Los entornos eqnarray y eqnarray* permiten componer una expresión o una secuencia de expresiones

matemáticas, como por ejemplo una o más ecuaciones o inecuaciones, como una matriz de tres columnas, separadas por el carácter `&`, donde dos barras invertidas `\\` separan las filas de la matriz.

En el caso del entorno `eqnarray*`, las ecuaciones no son enumeradas:

$$\begin{eqnarray*}
(x-y)^2 & = & (x-y)(x-y) \\
& = & x^2 - xy - yx + y^2 \\
& = & x^2 - 2xy + y^2
\end{eqnarray*}$$

```
\begin{eqnarray*}
(x - y)^2 & = & (x - y) (x - y) \\
          & = & x^2 - x y - y x + y^2 \\
          & = & x^2 - 2 x y + y^2
\end{eqnarray*}
```

En el caso del entorno `eqnarray`, sin embargo, todas las ecuaciones son enumeradas, salvo que haya una macro `\nonumber` en la fila correspondiente:

$$\begin{eqnarray}
(x-y)^2 & = & (x-y)(x-y) \qquad (5.3) \\
& = & x^2 - xy - yx + y^2 \\
& = & x^2 - 2xy + y^2 \\
(x+y)^2 & = & x^2 + 2xy + y^2 \qquad (5.4)
\end{eqnarray}$$

```
\begin{eqnarray}
(x - y)^2 & = & (x - y) (x - y) \\
          & = & x^2 - x y - y x + y^2
                \nonumber \\
          & = & x^2 - 2 x y + y^2
                \nonumber \\
(x + y)^2 & = & x^2 + 2 x y + y^2
\end{eqnarray}
```

La alineación horizontal, mediante los entornos `eqnarray` y `eqnarray*`, de las expresiones matemáticas que abarcan más de una línea conlleva la necesidad de escoger siempre las posiciones de división más apropiadas. La composición de estas expresiones mediante una matriz de tres columnas, sin embargo, no siempre permite obtener una alineación satisfactoria, sobre todo cuando, después de dividirla, la expresión aún es demasiado larga para componerla en una línea.

En estas situaciones, puede resultar más conveniente la alineación de una expresión matemática sólo a partir de la segunda línea, donde su primera línea queda alineada contra el margen izquierdo. Esto se puede conseguir poniendo la primera línea de la expresión como argumento de una macro `\lefteqn` en un entorno `eqnarray` o `eqnarray*`. La macro

`\lefteqn{`*expresión*`}`

compone la *expresión* como una fórmula de anchura cero, lo que permite que la primera columna de una ecuación sea bastante estrecha para que la anchura total de la ecuación sea la adecuada:

$$\begin{aligned}
&\psi(\sigma_{\Pi A/\equiv^F}([a_1]_F,\ldots,[a_n]_F)) \\
&\quad= \psi([\sigma_{\Pi A}(a_1,\ldots,a_n)]_F) \\
&\quad= [\theta(\sigma_{\Pi A}(a_1,\ldots,a_n))] \\
&\quad= [\sigma_{\Pi B}(\theta(a_1),\ldots,\theta(a_n))] \\
&\quad= \sigma_{\Pi B}([\theta(a_1)],\ldots,[\theta(a_n)]) \\
&\quad= \sigma_{\Pi B}(\psi([a_1]_F),\ldots,\psi([a_n]_F)).
\end{aligned}$$

```
\begin{eqnarray*}
\lefteqn{\psi(\sigma_{\Pi A/\equiv^F}
        ([a_1]_F,\ldots,[a_n]_F))} \\
  & = & \psi([\sigma_{\Pi A}
        (a_1,\ldots,a_n)]_F) \\
  & = & [\theta(\sigma_{\Pi A}
        (a_1,\ldots,a_n))] \\
  & = & [\sigma_{\Pi B} (\theta(a_1),
        \ldots,\theta(a_n))] \\
  & = & \sigma_{\Pi B} ([\theta(a_1)],
        \ldots,[\theta(a_n)]) \\
  & = & \sigma_{\Pi B}(\psi([a_1]_F),
        \ldots,\psi([a_n]_F)).
\end{eqnarray*}
```

El paquete de definiciones amsmath también permite componer ecuaciones y expresiones matemáticas que abarcan más de una línea, de manera similar a los entornos eqnarray y eqnarray* pero con muchas formas de alineación horizontal adicionales, mediante los entornos siguientes:

split	equation*	align	align*
gather	gather*	flalign	flalign*
multline	multline*	alignat	alignat*

El entorno equation* es equivalente al entorno equation del LaTeX pero sin enumerar la ecuación. Es decir, el entorno equation* compone una ecuación o una expresión matemática cualquiera en un párrafo aparte:

$$a = b \qquad (5.5)$$

$$a = b$$

```
\begin{equation}
a = b
\end{equation}
\begin{equation*}
a = b
\end{equation*}
```

Los entornos multline y multline* permiten componer aquellas expresiones matemáticas que son demasiado largas para que sean compuestas en una sola línea, cosa que también se puede conseguir mediante macros `\lefteqn` dentro de los entornos eqnarray y eqnarray* pero que con los entornos multline y multline* es automática. La primera línea de la expresión queda alineada contra el margen izquierdo, mientras que la última línea queda alineada contra el margen derecho y las otras líneas se componen centradas entre los dos márgenes:

$$\begin{aligned} a + b + c + d + e + f\\ \quad +g + h + i + j\\ \quad +k + l + m + n + p + q \end{aligned}$$

```
\begin{eqnarray*}
\lefteqn{a + b + c + d + e + f} \\
& & + g + h + i + j \\
& & + k + l + m + n + p + q
\end{eqnarray*}
```

$$\begin{multline*} a + b + c + d + e + f \\ + g + h + i + j \\ + k + l + m + n + p + q \end{multline*}$$

```
\begin{multline*}
a + b + c + d + e + f \\
+ g + h + i + j \\
+ k + l + m + n + p + q
\end{multline*}
```

El entorno split también permite componer las expresiones matemáticas que son demasiado largas para que sean compuestas en una sola línea, pero las líneas en que se divide una expresión matemática se han de alinear en este caso en dos columnas, mediante el carácter & de salto a la columna siguiente. El entorno split sólo se puede usar dentro de otro entorno matemático, como por ejemplo equation, align o gather:

$$\begin{split} a &= b + c - d \\ &\quad + e - f \\ &= g + h \\ &= i \end{split}$$

```
\begin{equation*}
\begin{split}
a & = b + c - d \\
  & \quad + e - f \\
  & = g + h \\
  & = i
\end{split}
\end{equation*}
```

Los entornos gather y gather* permiten reunir una serie de expresiones matemáticas sin alinearlas horizontalmente. Las ecuaciones se componen centradas entre los márgenes izquierdo y derecho:

$$\begin{gather*} a_1 = b_1 + c_1 \\ a_2 = b_2 + c_2 - d_2 + e_2 \end{gather*}$$

```
\begin{gather*}
a_1 = b_1 + c_1 \\
a_2 = b_2 + c_2 - d_2 + e_2
\end{gather*}
```

Los entornos align y align* permiten alinear horizontalmente una serie de expresiones matemáticas, de manera similar al entorno split o a los entornos eqnarray y eqnarray* pero con un número ilimitado de posiciones de alineación. Los entornos align y align* son muy útiles para alinear una serie de columnas de ecuaciones:

$$\begin{align*} x &= y & X &= Y \\ x' &= y' & X' &= Y' \\ x + x' &= y + y' & X + X' &= Y + Y' \end{align*}$$

```
\begin{align*}
x & = y           & X & = Y \\
x' & = y'         & X' & = Y' \\
x + x' & = y + y' & X + X' & = Y + Y'
\end{align*}
```

Además, los entornos flalign y flalign* permiten componer las columnas de ecuaciones alineadas contra los márgenes izquierdo y derecho:

$$x = y \qquad X = Y$$
$$x' = y' \qquad X' = Y'$$
$$x + x' = y + y' \qquad X + X' = Y + Y'$$

```
\begin{flalign*}
x & = y           & X & = Y \\
x' & = y'         & X' & = Y' \\
x + x' & = y + y' & X + X' & = Y + Y'
\end{flalign*}
```

Finalmente, los entornos alignat y alignat* permiten especificar el espaciado entre las columnas. Estos entornos tienen como argumento el número de columnas de ecuaciones que se quieren componer:

$x = y$por definición
$f(x - y) = 0$porque f es lineal

$x = y$ por definición
$f(x - y) = 0$porque f es lineal

$x = y$ por definición
$f(x - y) = 0$ porque f es lineal

```
\begin{alignat*}{2}
       x & = y && \textrm{por definición}\\
f(x - y) & = 0 && \textrm{porque $f$ es
                  lineal} \\ \\
       x & = y && \qquad
                  \textrm{por definición}\\
f(x - y) & = 0 && \textrm{porque $f$ es
                  lineal} \\ \\
       x & = y && \qquad \textrm{por
                         definición} \\
f(x - y) & = 0 && \qquad \textrm{porque
                         $f$ es lineal}
\end{alignat*}
```

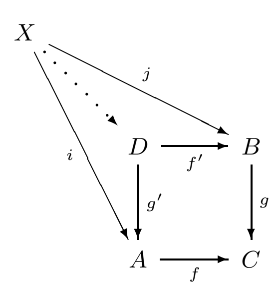
Los efectos de los entornos split, gather, gather*, align, align*, flalign, flalign*, alignat y alignat* se pueden conseguir fácilmente mediante el entorno array del LaTeX. En este sentido, los entornos equation*, multline y multline* son los únicos que justifican la activación del paquete de definiciones amsmath.

5.6 Diagramas conmutativos

El sistema LaTeX permite la composición de diagramas conmutativos de gran calidad tipográfica, mediante la activación de algún paquete de definiciones. De hecho, muchos profesores e investigadores de renombre dentro del campo de la teoría de categorías han desarrollado su propio paquete de definiciones para componer diagramas conmutativos, entre los cuales M. Barr, F. Borceux, P. Burchard, J. Reynolds, K. Rose, S. Smith, M. Spivak, A. Svensson y P. Taylor, en muchos de los casos para poder componer los diagramas conmutativos de sus libros de texto.

El artículo (Valiente, 1994) contiene una recensión de los diferentes paquetes de definiciones para componer diagramas conmutativos con TeX y LaTeX. En este apartado se explica cómo componer diagramas conmutativos con el paquete de definiciones pb-diagram, escrito por

P. Burchard, que es bastante sofisticado para permitir ilustrar la composición de diagramas conmutativos con LaTeX, como por ejemplo el siguiente:




```
$$ \begin{diagram}
\node{X} \arrow{ese,t}{j} \arrow{se,..}
         \arrow{sse,b}{i} \\
\node{}
  \node{D} \arrow{e,b}{f'} \arrow{s,r}{g'}
  \node{B} \arrow{s,r}{g} \\
\node{}
  \node{A} \arrow{e,b}{f}
  \node{C}
\end{diagram} $$
```

La activación del paquete de definiciones pb-diagram permite componer diagramas conmutativos mediante el entorno

> `\begin{diagram}`
> *filas*
> `\end{diagram}`

donde *filas* es, esencialmente, una matriz rectangular de nodos y arcos.

Los objetos o nodos del diagrama se disponen de manera similar a las entradas de una matriz en un entorno array del LaTeX. La macro

> `\node{`*fórmula*`}`

compone *fórmula* como nodo del diagrama, en modo matemático. La separación entre las filas y las columnas del diagrama se ajusta automáticamente según el tamaño de los nodos.

Dentro del entorno diagram, dos barras invertidas `\\` indican el comienzo de una nueva fila del diagrama. Igual que en el entorno array, no es preciso poner dos barras invertidas en la última fila del diagrama. A diferencia del entorno array y de los otros paquetes de definiciones para componer diagramas conmutativos, sin embargo, no es preciso escribir el carácter `&` para indicar el salto a la columna siguiente, dado que los nodos están delimitados por las macros `\node`:

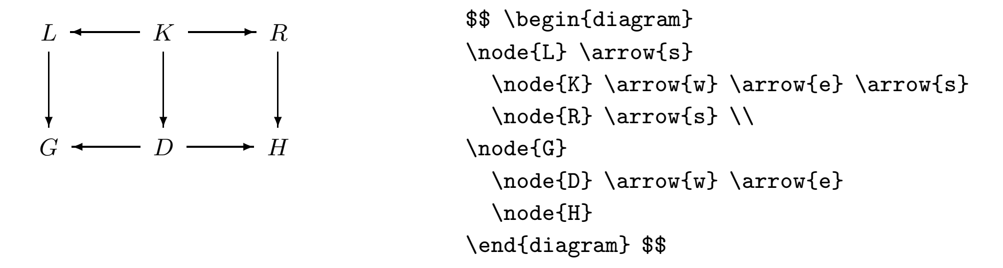
$$\begin{array}{ccc} L & K & R \\ G & D & H \end{array}$$

```
$$ \begin{diagram}
\node{L} \node{K} \node{R} \\
\node{G} \node{D} \node{H}
\end{diagram} $$
```

Los morfismos o arcos del diagrama se disponen en la entrada de la matriz subyacente que contiene el nodo de origen y se especifican mediante la posición de su entrada de destino. La macro

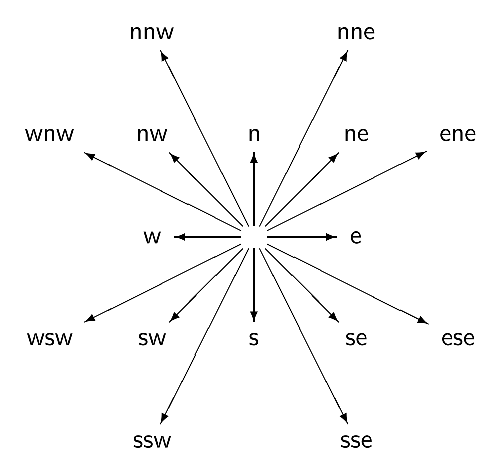
> `\arrow{`*dirección*`,`*opciones*`}`

compone un arco, donde *dirección* especifica los desplazamientos necesarios en los sentidos de los puntos cardinales para llegar hasta la entrada de destino, como por ejemplo ene para especificar un arco que se extiende hasta dos entradas hacia la derecha y una entrada hacia arriba. Los arcos se encogen o se ensanchan automáticamente para llegar hasta sus nodos de origen y de destino:




```
$$ \begin{diagram}
\node{L} \arrow{s}
  \node{K} \arrow{w} \arrow{e} \arrow{s}
  \node{R} \arrow{s} \\
\node{G}
  \node{D} \arrow{w} \arrow{e}
  \node{H}
\end{diagram} $$
```

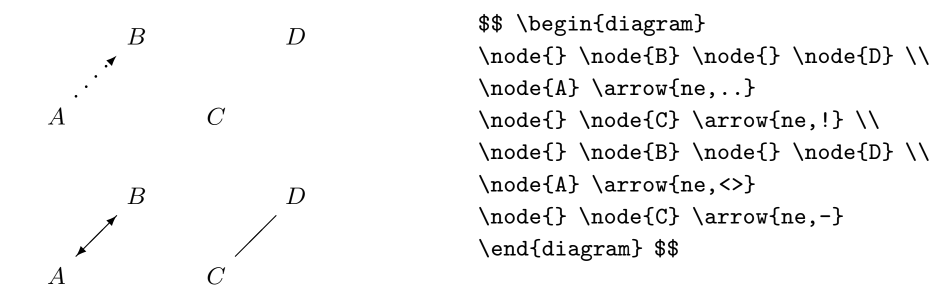
Las posiciones que se pueden especificar como destino de los arcos son las siguientes:



Los arcos empleados en los diagramas conmutativos suelen ser de formas o estilos diversos, para poder distinguir diferentes clases de morfismos, como por ejemplo monomorfismos, epimorfismos, isomorfismos, inclusiones, etc. El trazo de los arcos normalmente es continuo, a pesar que se suelen usar otros trazos, como por ejemplo de rayas o de puntos, para indicar que lo que se caracteriza es la existencia del morfismo correspondiente, o bien que se define el morfismo correspondiente.

El paquete de definiciones pb-diagram incluye una colección de estilos de arcos, cada uno de los cuales es una combinación particular de cola (la parte del arco que hay en el extremo de origen), de cabeza o punta (la parte del arco que hay en el extremo de destino) y de trazo.

El estilo por defecto consiste en una cola vacía, una cabeza angular y un trazo continuo. Las *opciones* de las macros `\arrow` permiten seleccionar otro estilo, donde .. especifica un trazo de puntos, ! especifica un trazo invisible, `<>` especifica una cola angular y - especifica una cabeza invisible:

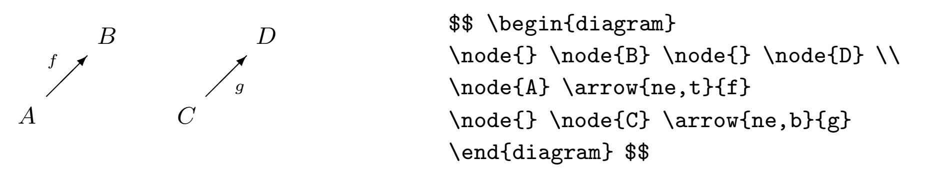



```
$$ \begin{diagram}
\node{} \node{B} \node{} \node{D} \\
\node{A} \arrow{ne,..}
\node{} \node{C} \arrow{ne,!} \\
\node{} \node{B} \node{} \node{D} \\
\node{A} \arrow{ne,<>}
\node{} \node{C} \arrow{ne,-}
\end{diagram} $$
```

Muy a menudo, los arcos se etiquetan con el nombre del morfismo que representan. La macro

`\arrow[`*tamaño*`]{`*dirección*`,`*situación*`,`*opciones*`}{`*fórmula*`}`

permite especificar un arco etiquetado, donde *fórmula* se compone como etiqueta del arco y *situación* determina la colocación de la etiqueta: encima (`t`, *top*) o debajo (`b`, *bottom*) de los arcos horizontales o inclinados, o bien a la izquierda (`l`, *left*) o a la derecha (`r`, *right*) de los arcos verticales:

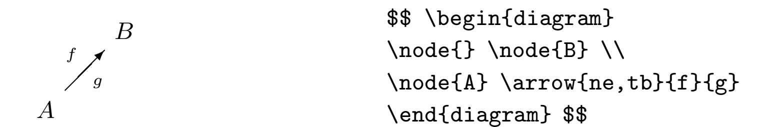



```
$$ \begin{diagram}
\node{} \node{B} \node{} \node{D} \\
\node{A} \arrow{ne,t}{f}
\node{} \node{C} \arrow{ne,b}{g}
\end{diagram} $$
```

También se pueden componer dos etiquetas alrededor de un arco, mediante la macro

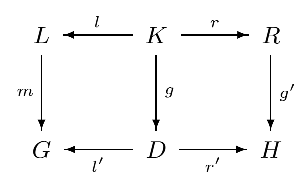
`\arrow[`*tamaño*`]{`*dirección*`,`*situación*`,`*opciones*`}{`*fórmula*`}{`*fórmula*`}`

que permite especificar un arco con dos etiquetas, donde *situación* determina la colocación de las etiquetas: encima y debajo (`tb`) de los arcos horizontales o inclinados, o bien a la izquierda y a la derecha (`lr`) de los arcos verticales:

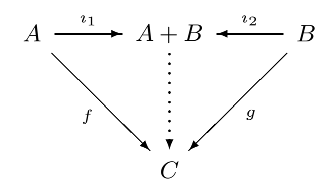



```
$$ \begin{diagram}
\node{} \node{B} \\
\node{A} \arrow{ne,tb}{f}{g}
\end{diagram} $$
```

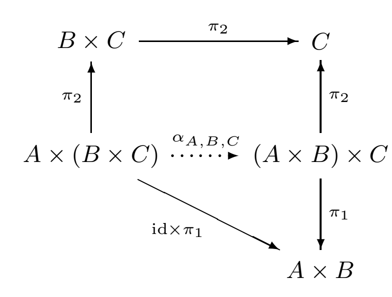
Los siguientes son algunos ejemplos de diagramas conmutativos:




```
$$ \begin{diagram}
\node{L} \arrow{s,l}{m}
  \node{K} \arrow{w,t}{l} \arrow{e,t}{r}
         \arrow{s,r}{g}
  \node{R} \arrow{s,r}{g'} \\
\node{G}
  \node{D} \arrow{w,b}{l'} \arrow{e,b}{r'}
  \node{H}
\end{diagram} $$
```




```
$$ \begin{diagram}
\node{A} \arrow{e,t}{\imath_1}
        \arrow{se,b}{f}
  \node{A+B} \arrow{s,..}
  \node{B} \arrow{w,t}{\imath_2}
         \arrow{sw,b}{g} \\
\node{} \node{C} \node{}
\end{diagram} $$
```




```
$$ \begin{diagram}
\node{B \times C} \arrow{e,t}{\pi_2}
  \node{C} \\
\node{A \times (B \times C)}
  \arrow{n,l}{\pi_2}
  \arrow{e,t,..}{\alpha_{A,B,C}}
  \arrow{se,b}{\mathrm{id} \times \pi_1}
  \node{(A \times B) \times C}
    \arrow{n,r}{\pi_2}
    \arrow{s,r}{\pi_1} \\
\node{} \node{A \times B}
\end{diagram} $$
```

Capítulo 6

Figuras, tablas y gráficos con LATEX

Los textos científicos suelen incluir muchas figuras y tablas de datos, la composición de las cuales conlleva el problema que, a diferencia de los párrafos de texto, las figuras y las tablas normalmente no se pueden dividir.

Una primera solución es comenzar una página nueva cada vez que una figura o una tabla es demasiado grande para componerla dentro de la página. A pesar de ser una solución muy simple, tiene la desventaja que suele dejar muchas páginas medio vacías, cosa no muy satisfactoria tanto por razones económicas como desde el punto de vista estético y de claridad de exposición del texto.

Una segunda posibilidad consiste en dividir las figuras y las tablas según el espacio disponible en la página, siempre que la naturaleza de las figuras y las tablas así lo permita. Esta ha sido la solución adoptada en este libro, donde no hay ninguna figura salvo las de este capítulo y las tablas han sido compuestas en entornos de alineación multipágina mediante el paquete de definiciones longtable, que permite definir cabeceras y pies de tabla diferentes para la página donde comienza cada tabla, para las páginas donde continúa y para la página donde acaba cada tabla.

Cuando todo esto no es posible o no resulta conveniente, la única solución satisfactoria es posponer la composición de una figura o una tabla hasta la página siguiente e incluir más párrafos dentro de la página donde se tenía que componer la figura o la tabla. En estos casos, se dice que las figuras y las tablas *flotan* en el documento compuesto hasta que el LATEX encuentra suficiente espacio libre para incluirlas.

Con todo, a veces esta solución tampoco resulta bastante satisfactoria, sobre todo cuando la proporción de figuras y tablas respecto al resto del documento LATEX es relativamente grande.

6.1 Composición de figuras

Una figura es una ilustración, es decir, un dibujo, un gráfico, una lámina, una pintura, una fotografía, un mapa, etc., que ilustra el texto de un documento. Antiguamente, las ilustraciones eran verdaderas obras de arte. Actualmente, sin embargo, las figuras tienen un valor más bien informativo y complementario del texto.

En cualquier caso, las figuras no quedan aisladas dentro del documento sino que se suelen incluir referencias cruzadas en todos los párrafos del documento que están relacionados. Para facilitar la lectura del documento, las figuras se han de colocar tan cerca como sea posible de la primera referencia que se haga en el texto del documento. Pero cuando la figura se compone en la misma página que el texto que contiene la primera referencia, sin embargo, el hecho que se coloque antes del texto que hace referencia a la figura no suele afectar la legibilidad del documento.

El LaTeX permite componer figuras mediante el entorno figure:

```
\begin{figure}[ubicación]
figura
\end{figure}
```

Este entorno admite el argumento opcional *ubicación*, que determina la ubicación o colocación de la figura en relación con el texto del documento como combinación de las letras h, t, b y p, el orden de las cuales determina un orden de preferencia para la colocación de la figura en el lugar donde se ha escrito (h, *here*), al comienzo de la página (t, *top*), al final de la página (b, *bottom*) o en una página de figuras y tablas aparte (p, *page*), respectivamente. La ubicación por defecto es tbp.

Dentro de este entorno, *figura* puede ser casi cualquier párrafo o párrafos de texto, fórmulas matemáticas, otros entornos de texto, entornos matemáticos, espacio en blanco para enganchar una ilustración manualmente en el documento compuesto impreso, como también dibujos e ilustraciones producidos o bien con LaTeX o bien con otras herramientas informáticas. En el apartado 6.3 se explica la composición de gráficos mediante el entorno picture del LaTeX, mientras que la inclusión de ficheros gráficos en un documento LaTeX se explica en el apartado 6.4.

El ejemplo siguiente contiene un entorno tabular dentro de una figura:

ilustración

```
\begin{figure}
\begin{center}
\begin{tabular}{|c|} \hline
\\ ilustración \\ \\ \hline
\end{tabular}
\end{center}
\end{figure}
```

Las figuras suelen incluir una leyenda que describe el contenido, además de una etiqueta que permite hacer referencias cruzadas dentro del texto del documento, cosa que se consigue mediante las macros estándares de referencias cruzadas \caption y \label, respectivamente.

La leyenda de una figura se compone siempre debajo de la figura:

ilustración

Figura 6.1: Una figura

```
\begin{figure}
\begin{center}
\begin{tabular}{|c|} \hline
\\ ilustración \\ \\ \hline
\end{tabular}
\end{center}
\caption{Una figura}
\end{figure}
```

Para que la enumeración de las referencias cruzadas sea correcta, sin embargo, es preciso incluir la etiqueta después de la leyenda de la figura, o bien escribirla dentro de la leyenda, pero nunca se ha de escribir la etiqueta antes de la leyenda:

```
\begin{figure}[ubicación]
figura
\caption{leyenda}
\label{etiqueta}
\end{figure}
```

```
\begin{figure}[ubicación]
figura
\caption{\label{etiqueta}leyenda}
\end{figure}
```

Así, el ejemplo siguiente contiene una referencia cruzada a una figura:

La figura 6.2 es un ejemplo.

ilustración

Figura 6.2: Una figura

```
La figura~\ref{fig:vacía} es un ejemplo.
\begin{figure}[htb]
\begin{center}
\begin{tabular}{|c|} \hline
\\ ilustración \\ \\ \hline
\end{tabular}
\end{center}
\caption{Una figura}
\label{fig:vacía}
\end{figure}
```

Las leyendas de las figuras salen en el índice de figuras del documento LaTeX. La macro

```
\listoffigures
```

especifica la composición del índice de figuras del documento. El LaTeX lo compone partiendo de los títulos de la enumeración de las figuras, de las leyendas y de los números de página correspondientes, que son un subproducto de la última composición del documento, y el LaTeX los obtiene del fichero auxiliar con la extensión .lof (*list of figures*). Igual que el índice del documento, es preciso procesar el documento LaTeX al menos dos veces para obtener un índice de figuras correcto (véase el apartado 3.3).

Una variante de la macro `\caption` permite definir una *leyenda corta* para componer en el índice de figuras, además de una *leyenda larga* que se compone como leyenda de la figura:

```
\caption[leyenda corta]{leyenda larga}
```

El mecanismo de posponer la composición de las figuras y las tablas según el espacio disponible en una página puede ocasionar la acumulación de muchas figuras y tablas pendientes de composición. Las macros `\clearpage` y `\cleardoblepage`, además de la macro `\end{document}`, originan la composición de todas las figuras y tablas pendientes en una página de figuras y tablas aparte. Con las clases estándares report y book de documentos LaTeX, la apertura de un capítulo mediante una macro `\chapter` o `\chapter*` introduce, de manera automática, una macro `\clearpage` o `\cleardoblepage`, según si el estilo de página del documento LaTeX es oneside o twoside, respectivamente.

6.2 Composición de tablas

Una tabla es una lista sistemática de datos que presenta de manera clara y concisa una cantidad relativamente grande de datos, cuya descripción necesitaría de otro modo muchos y muchos párrafos de texto.

Las tablas son esencialmente numéricas, a pesar que una tabla de párrafos de texto puede contribuir a simplificar la exposición de un texto complejo.

Las tablas que se usan con más frecuencia en los textos académico-científicos son las tablas estadísticas y las tablas de funciones. Una tabla estadística presenta las variaciones de una o más categorías de datos (llamadas *variables dependientes*) según otras categorías de datos (llamadas *variables independientes*).

La disposición correcta de una tabla estadística depende del número de variables independientes que contenga. Cuando la tabla estadística contiene sólo una variable independiente, se suele disponer en columnas paralelas, con la variable independiente situada en la columna de la izquierda. Por ejemplo, la tabla siguiente presenta las variaciones de la población total referida al 1 de enero de 1995, la población masculina y la población femenina (variables dependientes) según la ciudad (variable independiente) para las ciudades de la provincia de Barcelona con más de un 10.000 habitantes:

Ciudad	**Población Total**	**Varones**	**Mujeres**
Arenys de Mar	11.906	5.766	6.140
Badalona	217.983	107.715	110.268
Badia del Vallès	17.927	9.083	8.844
Barberà del Vallès	24.623	12.430	12.193
Barcelona	1.614.571	761.244	853.327
Berga	14.512	7.038	7.474
Caldes de Montbui	12.279	6.058	6.221
Calella	12.069	5.693	6.376
Canovelles	13.506	6.822	6.684
Cardedeu	10.467	5.224	5.243
Castellar del Vallès	15.442	7.721	7.721
Castelldefels	36.647	18.331	18.316
Cerdanyola del Vallès	50.235	25.220	25.015

Ciudad	**Población Total**	**Varones**	**Mujeres**
Cornellà de Llobregat	83.287	41.073	42.214
Esparreguera	14.188	7.133	7.055
Esplugues de Llobregat	48.244	23.911	24.333
Franqueses del Vallès (Les)	10.768	5.429	5.339
Garriga (La)	10.287	4.984	5.303
Gavà	37.953	18.950	19.003
Granollers	53.225	26.141	27.084
Hospitalet de Llobregat (L')	262.501	129.079	133.422
Igualada	32.460	15.691	16.769
Llagosta (La)	11.662	5.840	5.822
Malgrat de Mar	12.341	6.132	6.209
Manlleu	16.938	8.395	8.543
Manresa	65.724	31.679	34.045
Martorell	17.493	8.784	8.709
Masnou (El)	20.301	9.871	10.430
Mataró	102.137	50.197	51.940
Molins de Rei	19.144	9.430	9.714
Mollet del Vallès	43.502	21.741	21.761
Montcada i Reixac	27.531	13.648	13.883
Montornès del Vallès	11.573	5.786	5.787
Olesa de Montserrat	15.592	7.817	7.775
Parets del Vallès	12.292	6.227	6.065
Pineda de Mar	17.814	8.913	8.901
Prat de Llobregat (El)	64.987	32.599	32.388
Premià de Mar	25.300	12.689	12.611
Ripollet	28.622	14.316	14.306
Rubí	53.100	26.714	26.386
Sabadell	188.386	91.838	96.548
Sant Adrià de Besòs	34.361	16.990	17.371
Sant Andreu de la Barca	17.254	8.847	8.407
Sant Boi de Llobregat	79.737	39.838	39.899
Sant Celoni	12.896	6.442	6.454
Sant Cugat del Vallès	44.956	22.192	22.764
Sant Feliu de Llobregat	36.736	18.199	18.537
Sant Joan Despí	27.013	13.454	13.559
Sant Just Desvern	13.553	6.516	7.037
Sant Pere de Ribes	17.391	8.743	8.648
Sant Quirze del Vallès	10.262	5.092	5.170
Santa Coloma de Gramenet	129.751	64.819	64.932
Santa Perpètua de Mogoda	17.603	8.946	8.657
Sant Vicenç dels Horts	22.545	11.416	11.129

Ciudad	**Población Total**	**Varones**	**Mujeres**
Sitges	16.107	7.918	8.189
Terrassa	162.327	79.294	83.033
Torelló	11.903	5.833	6.070
Vic	30.206	14.564	15.642
Viladecans	52.510	26.487	26.023
Vilafranca del Penedès	28.240	13.807	14.433
Vilanova i la Geltrú	48.955	24.049	24.906
Vilassar de Mar	14.631	7.191	7.440

En el caso de dos variables independientes y una dependiente, hay dos maneras básicas de organizar la tabla estadística: o bien una de las variables independientes se dispone en la primera fila y la otra variable independiente se dispone en la columna de la izquierda de la tabla, o bien las dos variables independientes se disponen en la columna de la izquierda de la tabla pero repitiendo los valores de la segunda variable independiente para cada valor de la primera variable independiente:

Edad	Sexo	
	Varón	Mujer
18–32	30,0	31,0
33–47	44,9	30,4
48–62	34,5	35,7
63+	39,3	23,0

Edad y sexo	Fumadores (%)
Varón	
18–32	30,0
33–47	44,9
48–62	34,5
63+	39,3
Mujer	
18–32	31,0
33–47	30,4
48–62	35,7
63+	23,0

En el caso de dos variables independientes y dos o más variables dependientes, sin embargo, la disposición correcta consiste en las dos variables independientes en la columna de la izquierda de la tabla y una columna adicional para cada variable dependiente:

Edad y sexo	Número	Fumadores (%)	No fumadores (%)
Varón			
18–32	792	30,0	70,0
33–47	926	44,9	55,1
48–62	886	34,5	65,5
63+	758	39,3	60,7
Subtotal	3.362		
Mujer			
18–32	930	31,0	69,0
33–47	1.086	30,4	69,6
48–62	1.042	35,7	64,3
63+	888	23,0	77,0
Subtotal	3.946		
Total	7.308		

Una tabla de función, por otra parte, también presenta un cierto número de valores de una variable (variable independiente) y los valores correspondientes de otra variable que es función de la primera (variable dependiente), que se disponen generalmente en columnas paralelas.

Son ejemplos de ello la tabla de cuadrados, de cubos, de logaritmos, de senos, de cosenos, de tangentes, de factoriales, etc.

n	$n!$
0	1
1	1
2	2
3	6
4	24
5	120
6	720
7	5 040
8	40 320
9	362 880

n	$n!$
10	3 628 800
11	39 916 800
12	479 001 600
13	6 227 020 800
14	87 178 291 200
15	1 307 674 368 000
16	20 922 789 888 000
17	355 687 428 096 000
18	6 402 373 705 728 000
19	121 645 100 408 832 000

Las tablas de funciones de varias variables presentan todas o algunas de las combinaciones de los valores de las variables independientes, dispuestos también en columnas paralelas. Las funciones de verdad son un ejemplo de ello:

p	q	r	$(p \rightarrow (q \vee r))$
V	V	V	V
V	V	F	V
V	F	V	V
V	F	F	F
F	V	V	V
F	V	F	V
F	F	V	V
F	F	F	V

Pero cuando el número de valores que se han de incluir en una tabla de función es muy grande éstos se suelen agrupar por rango, y los rangos de valores se disponen también en columnas paralelas:

z	$P(Z \leq z) \times 1000$									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	5000	5040	5080	5120	5160	5199	5239	5279	5319	5359
0,1	5398	5438	5478	5517	5557	5596	5636	5675	5714	5753
0,2	5793	5832	5871	5910	5948	5987	6026	6064	6103	6141
0,3	6179	6217	6255	6293	6331	6368	6406	6443	6480	6517
0,4	6554	6591	6628	6664	6700	6736	6772	6808	6844	6879
0,5	6915	6950	6985	7019	7054	7088	7123	7157	7190	7224
0,6	7257	7291	7324	7357	7389	7422	7454	7486	7517	7549
0,7	7580	7611	7642	7673	7704	7734	7764	7794	7823	7852
0,8	7881	7910	7939	7967	7995	8023	8051	8078	8106	8133
0,9	8159	8186	8212	8238	8264	8289	8315	8340	8365	8389
1,0	8413	8438	8461	8485	8508	8531	8554	8577	8599	8621
1,1	8643	8665	8686	8708	8729	8749	8770	8790	8810	8830
1,2	8849	8869	8888	8907	8925	8944	8962	8980	8997	9015
1,3	9032	9049	9066	9082	9099	9115	9131	9147	9162	9177
1,4	9192	9207	9222	9236	9251	9265	9279	9292	9306	9319
1,5	9332	9345	9357	9370	9382	9394	9406	9418	9429	9441
1,6	9452	9463	9474	9484	9495	9505	9515	9525	9535	9545
1,7	9554	9564	9573	9582	9591	9599	9608	9616	9625	9633
1,8	9641	9649	9656	9664	9671	9678	9686	9693	9699	9706
1,9	9713	9719	9726	9732	9738	9744	9750	9756	9761	9767
2,0	9772	9778	9783	9788	9793	9798	9803	9808	9812	9817
2,1	9821	9826	9830	9834	9838	9842	9846	9850	9854	9857
2,2	9861	9864	9868	9871	9875	9878	9881	9884	9887	9890
2,3	9893	9896	9898	9901	9904	9906	9909	9911	9913	9916
2,4	9918	9920	9922	9925	9927	9929	9931	9932	9934	9936
2,5	9938	9940	9941	9943	9945	9946	9948	9949	9951	9952
2,6	9953	9955	9956	9957	9959	9960	9961	9962	9963	9964
2,7	9965	9966	9967	9968	9969	9970	9971	9972	9973	9974
2,8	9974	9975	9976	9977	9977	9978	9979	9979	9980	9981
2,9	9981	9982	9982	9983	9984	9984	9985	9985	9986	9986
3,0	9987	9987	9987	9988	9988	9989	9989	9989	9990	9990
3,1	9990	9991	9991	9991	9992	9992	9992	9992	9993	9993
3,2	9993	9993	9994	9994	9994	9994	9994	9995	9995	9995
3,3	9995	9995	9995	9996	9996	9996	9996	9996	9996	9997
3,4	9997	9997	9997	9997	9997	9997	9997	9997	9997	9998
3,5	9998	9998	9998	9998	9998	9998	9998	9998	9998	9998

El LaTeX permite componer tablas mediante el entorno table:

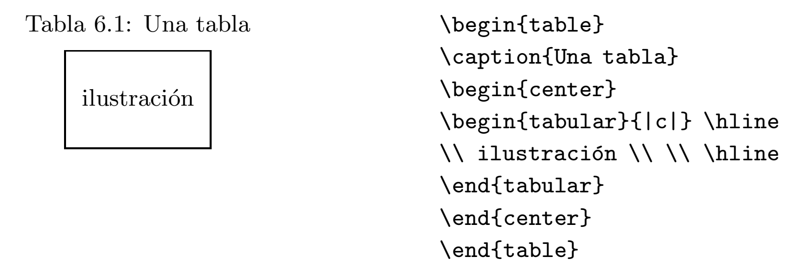
```
\begin{table}[ubicación]
tabla
\end{table}
```

Igual que el entorno figure, el entorno table admite el argumento opcional *ubicación*, que determina la ubicación o colocación de la tabla en relación con el texto del documento como combinación de las letras h, t, b y p, el orden de las cuales determina un orden de preferencia para la colocación de la tabla en el lugar donde se ha escrito (h, *here*), al comienzo de la página (t, *top*), al final de la página (b, *bottom*) o en una página de figuras y tablas aparte (p, *page*), respectivamente. La ubicación por defecto es tbp.

Dentro de este entorno, *tabla* puede ser casi cualquier párrafo o cualesquiera párrafos de texto, fórmulas matemáticas, otros entornos de texto, entornos matemáticos, etc., a pesar que normalmente se suele incluir un entorno tabular o un entorno array como contenido de una tabla.

Igual que las figuras, las tablas también suelen incluir una leyenda que describe su contenido, además de una etiqueta que permite hacer referencias cruzadas dentro del texto del documento, cosa que se consigue mediante las macros estándares de referencias cruzadas \caption y \label, respectivamente. Para que la enumeración de las referencias cruzadas sea correcta, sin embargo, es preciso incluir la etiqueta después de la leyenda de la tabla, o bien escribirla dentro de la leyenda, pero nunca se ha de escribir la etiqueta antes de la leyenda.

Sin embargo, a diferencia de las figuras, la leyenda de las cuales se compone debajo, la leyenda de una tabla se compone siempre encima de la tabla.




```
\begin{table}
\caption{Una tabla}
\begin{center}
\begin{tabular}{|c|} \hline
\\ ilustración \\ \\ \hline
\end{tabular}
\end{center}
\end{table}
```

Así, el ejemplo siguiente contiene una referencia cruzada a una tabla:

La tabla 6.2 presenta la distribución de una muestra de fumadores según la edad y el sexo.

Tabla 6.2: Fumadores por edad y sexo

Edad y sexo	Fumadores (%)
Varón	
18–32	30,0
33–47	44,9
48–62	34,5
63+	39,3
Mujer	
18–32	31,0
33–47	30,4
48–62	35,7
63+	23,0

```
La tabla~\ref{tabla:fumadores} presenta la
distribución de una muestra de fumadores
según la edad y el sexo.
\begin{table}
\caption{Fumadores por edad y sexo}
\label{tabla:fumadores}
\begin{center}
\begin{tabular}{lD{,}{,}{1}} \hline
Edad y sexo
& \multicolumn{1}{c}{Fumadores} \\
& \multicolumn{1}{c}{(\%)} \\ \hline
Varón \\
\quad 18--32 & 30,0 \\
\quad 33--47 & 44,9 \\
\quad 48--62 & 34,5 \\
\quad 63+    & 39,3 \\
Mujer \\
\quad 18--32 & 31,0 \\
\quad 33--47 & 30,4 \\
\quad 48--62 & 35,7 \\
\quad 63+    & 23,0 \\ \hline
\end{tabular}
\end{center}
\end{table}
```

Las leyendas de las tablas salen en el índice de tablas del documento LaTeX. La macro

```
\listoftables
```

especifica la composición del índice de tablas del documento. El LaTeX lo compone partiendo de los títulos de la enumeración de las tablas, de las leyendas y de los números de página correspondientes, que son un subproducto de la última composición del documento, y el LaTeX los obtiene del fichero auxiliar con la extensión .lot (*list of tables*). Igual que el índice del documento y el índice de figuras, es preciso procesar el documento LaTeX al menos dos veces para obtener un índice de tablas correcto (véase el apartado 3.3).

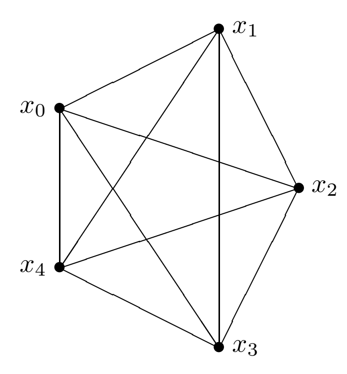
Una variante de la macro `\caption` permite definir una *leyenda corta* para componer en el índice de tablas, además de una *leyenda larga* que se compone como leyenda de la tabla:

`\caption[`*leyenda corta*`]{`*leyenda larga*`}`

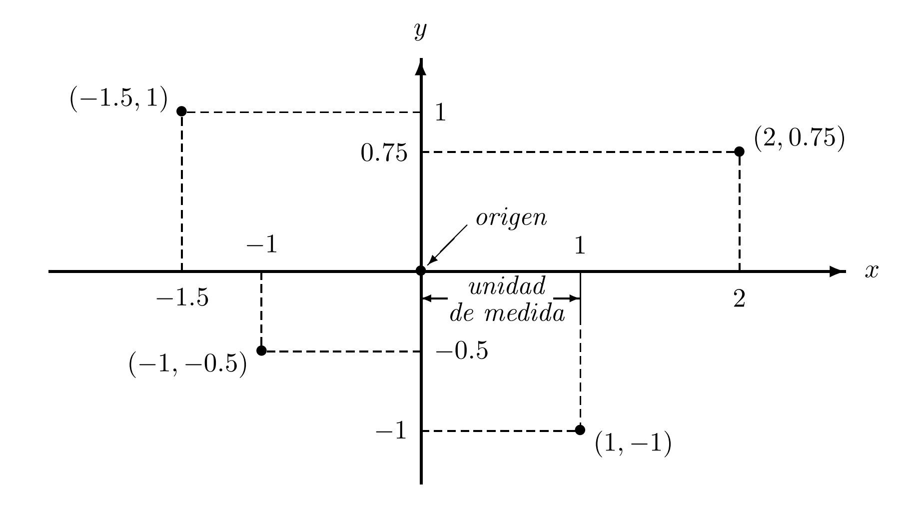
6.3 Composición de gráficos

El entorno picture del LaTeX permite componer gráficos formados por texto, fórmulas matemáticas, líneas rectas, curvas, vectores, rectángulos, óvalos, circunferencias y círculos. El hecho de disponer sólo de estos objetos básicos puede dificultar la composición de un gráfico

complejo, pero tiene la ventaja que permite incluir texto y fórmulas matemáticas compuestas con LATEX en el gráfico, con la uniformidad tipográfica consiguiente del documento LATEX compuesto:



El tamaño de los gráficos y la colocación y el tamaño de los objetos dentro de un gráfico se especifican por medio de un sistema de coordenadas subyacente al gráfico. Las coordenadas son números enteros o con decimales. Dados el *origen* del sistema de coordenadas o posición $(0, 0)$ y la *unidad de medida*, un par de coordenadas (x, y) especifican una posición en el gráfico:



La macro `\unitlength` determina la unidad de medida de un gráfico, el valor por defecto de la cual es 1 punto. Este valor se puede modificar mediante la macro `\setlength` del LATEX. Por ejemplo, la macro

```
\setlength{\unitlength}{2pt}
```

duplica el valor de todas las coordenadas y el tamaño de todos los objetos de un gráfico, mientras que la macro

```
\setlength{\unitlength}{0,5pt}
```

los reduce a la mitad.

Es preciso delimitar el alcance de toda modificación que se haga de la unidad de medida. Por ejemplo, poniendo la macro `\setlength` y el entorno picture dentro de otro entorno, como por ejemplo center. De otro modo, la modificación de la unidad de medida del gráfico afecta todos los gráficos incluidos en el documento LaTeX después de la macro `\setlength`.

La modificación de la unidad de medida no afecta, sin embargo, el cuerpo de la letra, como tampoco afecta el grosor de las líneas del gráfico. El cuerpo base se puede modificar mediante cualquiera de las macros `\tiny`, `\scriptsize`, `\footnotesize`, `\small`, `\normalsize`, `\large`, `\Large`, `\LARGE`, `\huge` y `\Huge` (véase el apartado 4.5).

En cuanto al grosor de las líneas rectas de un gráfico, el entorno picture admite dos grosores estándares, que se especifican mediante las macros `\thinlines` (líneas delgadas) y `\thicklines` (líneas gordas). El grosor por defecto corresponde a la macro `\thinlines`:



Además de estos dos grosores de línea estándares, la macro

`\linethickness{`*grosor*`}`

permite especificar cualquier grosor para las líneas horizontales y las líneas verticales del gráfico, donde *grosor* es un tamaño positivo del LaTeX. Esta macro no afecta, sin embargo, el grosor de las líneas inclinadas, de los óvalos y de las circunferencias.



El entorno picture admite dos parámetros, el segundo de los cuales es opcional:

`\begin{picture}(`x`,`y`)(`u`,`v`)`
gráfico
`\end{picture}`

El primer parámetro (x, y) especifica el tamaño del gráfico, entendido como rectángulo de x unidades de medida de anchura y y unidades de medida de altura. Por ejemplo,

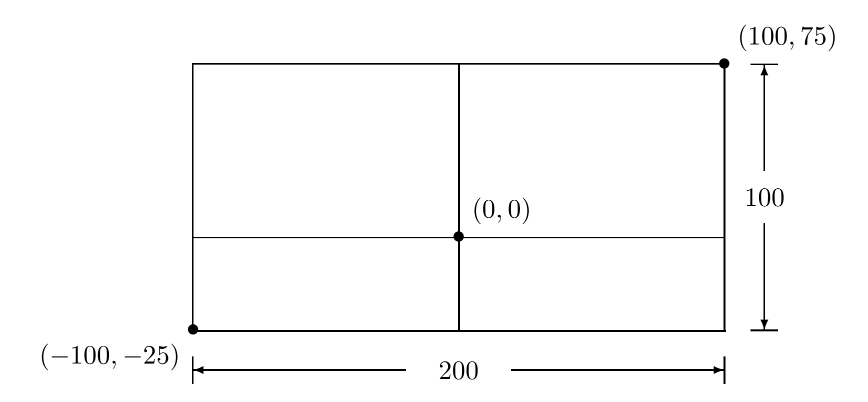
```
\begin{picture}(200,100)
```

especifica un gráfico de 200 unidades de anchura y 100 unidades de altura.

El segundo parámetro (u, v) especifica las coordenadas del vértice inferior izquierdo del gráfico. Si se omite este parámetro, las coordenadas por defecto del vértice inferior izquierdo son $(0, 0)$. Por ejemplo,

```
\begin{picture}(200,100)(-100,-25)
```

también especifica un gráfico de 200 unidades de anchura y 100 unidades de altura, pero su vértice inferior izquierdo tiene las coordenadas $(-100, -25)$. Entonces, el vértice superior derecho del gráfico tiene las coordenadas $(100, 75)$:



Así, el parámetro opcional (u, v) permite desplazar horizontalmente y verticalmente todo el gráfico dentro de la página.

Dentro del entorno picture, el *gráfico* propiamente dicho consiste en una serie de objetos básicos o elementales, como por ejemplo texto, fórmulas matemáticas, rectángulos, óvalos, circunferencias, círculos, líneas rectas, vectores y curvas. La ubicación de estos objetos dentro del gráfico se especifica mediante macros `\put`, como también mediante macros `\multiput`. La macro

\put(x,y){*objeto*}

especifica la composición del *objeto* en las coordenadas (x, y) del gráfico, mientras que la macro

\multiput(x,y)(Δx,Δy){n}{*objeto*}

especifica la composición de n copias del *objeto* en las coordenadas

$$(x, y) \quad (x + \Delta x, y + \Delta y) \quad (x + 2\Delta x, y + 2\Delta y) \quad \ldots \quad (x + (n-1)\Delta x, y + (n-1)\Delta y)$$

del gráfico.

Uno de los objetos que se pueden componer dentro de un gráfico es un párrafo de texto, que puede incluir fórmulas matemáticas:

Texto dentro de un párrafo

• • • • • • • • • •

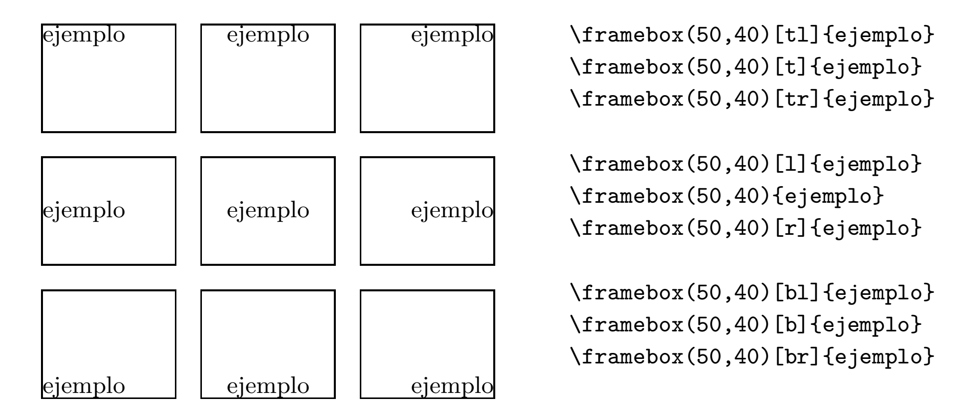
```
\put(10,80){Texto dentro de un párrafo}

\multiput(0,0)(15,5){10}{$\bullet$}
```

Otro de los objetos que se pueden componer dentro de un gráfico es un rectángulo. Los rectángulos se componen dentro de un gráfico mediante la macro

`\framebox(`x`,`y`)[`*ubicación*`]{`*texto*`}`

donde x y y son la anchura y la altura del rectángulo, respectivamente, expresados los dos en la unidad de medida del gráfico, y el parámetro opcional *ubicación* determina la situación del *texto* dentro del rectángulo como combinación de las letras `t` (arriba, *top*), `b` (abajo, *bottom*), `l` (a la izquierda, *left*) y `r` (a la derecha, *right*):



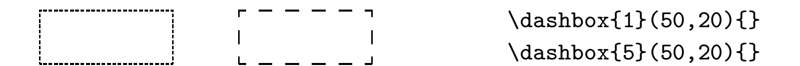
El *texto* no es un parámetro opcional; aunque no se quiera componer ningún texto dentro de un rectángulo es preciso escribir las llaves de apertura y de cierre de este parámetro:



Los rectángulos también se pueden componer con líneas de rayas, en lugar de líneas continuas, mediante la macro

`\dashbox{`*anchura*`}(`x`,`y`)[`*ubicación*`]{`*texto*`}`

Esta macro se parece a la macro `\framebox` pero admite un argumento adicional, *anchura*, que especifica la anchura o longitud de cada raya de la línea:



Los rectángulos se pueden componer incluso con líneas invisibles, mediante la macro

`\makebox(`x`,`y`)[`*ubicación*`]{`*texto*`}`

Esta macro se parece también a la macro `\framebox` y es muy útil para situar un párrafo de texto o una fórmula matemática dentro de un gráfico. Por ejemplo, se puede colocar una redondilla exactamente en las coordenadas (x, y) del gráfico mediante la macro

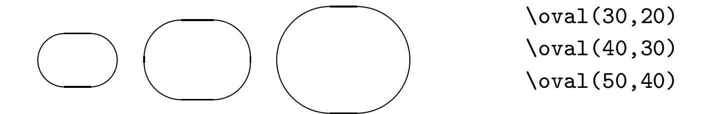
`\put(`x`,`y`){\makebox(0,0)[c]{$\bullet$}}`

que compone la redondilla centrada dentro de un rectángulo invisible de anchura y de altura nulas.

Otro de los objetos que se pueden componer dentro de un gráfico es un óvalo, a pesar que el LaTeX compone los óvalos como rectángulos redondeados. Los óvalos se componen dentro de un gráfico mediante la macro

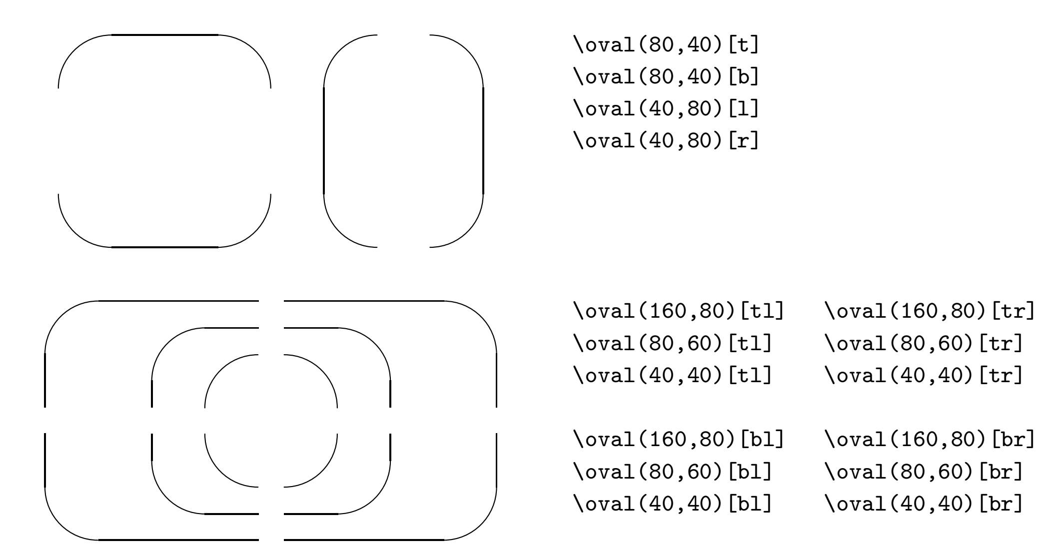
\oval(x,y)[*parte*]

donde x y y son la anchura y la altura del rectángulo, respectivamente, expresados los dos en la unidad de medida del gráfico:



El parámetro opcional *parte* especifica la parte que se quiere componer del óvalo como combinación de las letras `t` (superior, *top*), `b` (inferior, *bottom*), `l` (izquierda, *left*) y `r` (derecha, *right*). Un parámetro de sólo una letra especifica la composición de medio óvalo, mientras que un parámetro de dos letras especifica la composición de un cuarto de óvalo.

Es preciso especificar siempre el tamaño de todo el óvalo, aunque sólo se componga una parte:

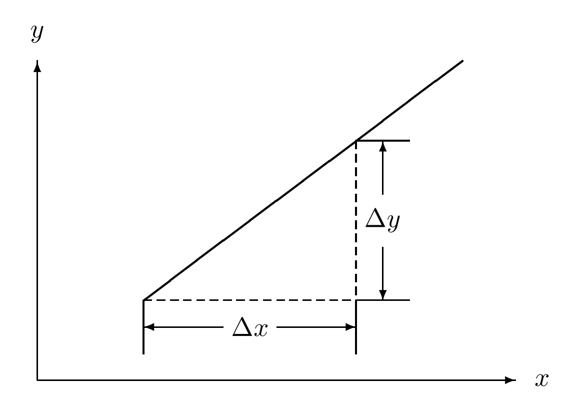


A diferencia de todos los otros objetos, los óvalos se colocan centrados en el gráfico, en las coordenadas que se especifican en la macro `\put` correspondiente, en lugar de ser alineados en su vértice inferior izquierdo.

También se pueden componer líneas horizontales y verticales dentro de un gráfico, como también algunas líneas rectas inclinadas. La macro

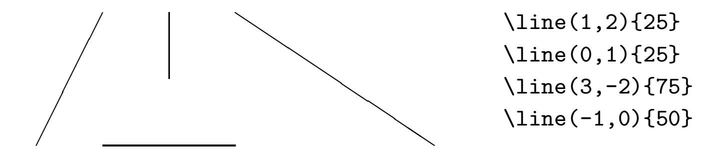
\line(Δx,Δy){*longitud*}

especifica la composición de una línea recta de inclinación $(\Delta x, \Delta y)$, donde *longitud* es la longitud en sentido horizontal para las líneas rectas horizontales y para las líneas rectas inclinadas, pero es la longitud en sentido vertical para las líneas rectas verticales.



Los números Δx y Δy pueden ser tanto positivos como negativos. El número Δx especifica un desplazamiento en el gráfico de Δx unidades de medida hacia la derecha, si Δx es positivo, o hacia la izquierda, si es negativo. De la misma manera, el número Δy especifica un desplazamiento en el gráfico de Δy unidades de medida hacia arriba, si Δy es positivo, o hacia abajo, si es negativo. La inclinación de las líneas rectas horitontales es $(\Delta x, 0)$, mientras que la inclinación de las líneas rectas verticales es $(0, \Delta y)$.

Dado que el LaTeX compone las líneas rectas inclinadas mediante la yuxtaposición de pequeños segmentos de línea, que están en una fuente de símbolos especiales, la inclinación de las líneas rectas compuestas en un gráfico no puede ser cualquiera sino que viene dada por las inclinaciones de los segmentos de línea disponibles. Entonces, los números Δx y Δy no pueden ser cualesquiera sino que tienen que ser números enteros comprendidos entre -6 y 6, ambos incluidos. Además, Δx y Δy tienen que ser coprimos, es decir, no pueden tener ningún divisor común más grande que uno. Por ejemplo, es preciso escribir `(1,-2)` en lugar de `(2,-4)`.

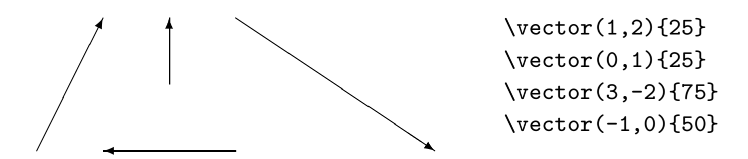


```
\line(1,2){25}
\line(0,1){25}
\line(3,-2){75}
\line(-1,0){50}
```

Entre los otros objetos que se pueden componer dentro de un gráfico hay los vectores y las curvas. Los vectores se especifican mediante la macro

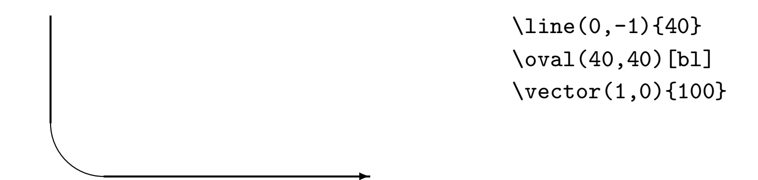
`\vector(`Δx`,`Δy`){`*longitud*`}`

Esta macro se parece a la macro `\line`, pero Δx y Δy tienen que ser ahora números enteros comprendidos entre -4 y 4, ambos incluidos.



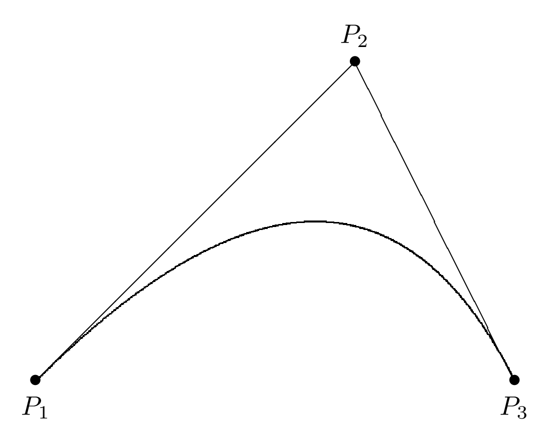
```
\vector(1,2){25}
\vector(0,1){25}
\vector(3,-2){75}
\vector(-1,0){50}
```

Se pueden reunir dos líneas rectas mediante un cuarto de óvalo para componer una curva, a pesar que una curva muy particular:



```
\line(0,-1){40}
\oval(40,40)[bl]
\vector(1,0){100}
```

También se pueden componer curvas de Bézier dentro de un gráfico. Una curva cuadrática de Bézier con puntos de control P_1, P_2 y P_3 es una curva que se extiende desde el punto P_1 hasta el punto P_3, tal que la línea recta desde P_1 hasta P_2 es tangente a la curva en el punto P_1 y la línea recta desde P_3 hasta P_2 es tangente a la curva en el punto P_3:



Las curvas cuadráticas de Bézier se componen dentro de un gráfico mediante la macro

\qbezier(x_1,y_1)(x_2,y_2)(x_3,y_3)

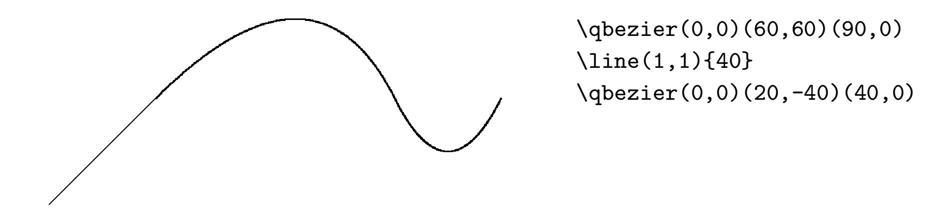
donde (x_1, y_1), (x_2, y_2) y (x_3, y_3) son las coordenadas del primer punto de control, del segundo y del tercer punto de control, respectivamente:



```
\qbezier(0,0)(60,60)(90,0)
```

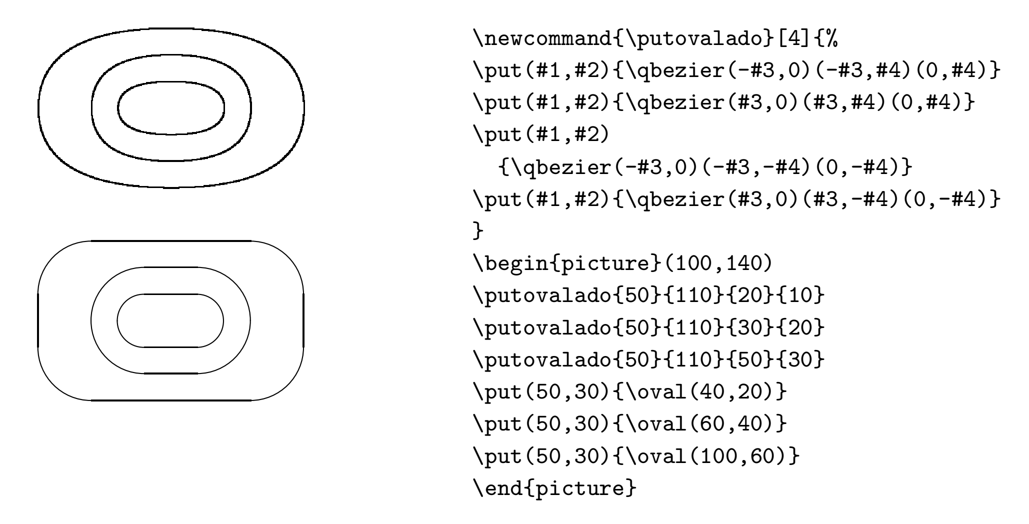
Las curvas cuadráticas de Bézier tienen la ventaja que se pueden empalmar sobre los puntos de control, bien con líneas rectas de la misma pendiente que la tangente a la curva en el punto

de reunión, bien con otras curvas cuadráticas de Bézier que tengan la misma tangente en el punto de reunión:



```
\qbezier(0,0)(60,60)(90,0)
\line(1,1){40}
\qbezier(0,0)(20,-40)(40,0)
```

Esta propiedad de las curvas cuadráticas de Bézier permite componer óvalos más redondeados que los que se componen mediante la macro `\oval` del LaTeX:



```
\newcommand{\putovalado}[4]{%
\put(#1,#2){\qbezier(-#3,0)(-#3,#4)(0,#4)}
\put(#1,#2){\qbezier(#3,0)(#3,#4)(0,#4)}
\put(#1,#2)
  {\qbezier(-#3,0)(-#3,-#4)(0,-#4)}
\put(#1,#2){\qbezier(#3,0)(#3,-#4)(0,-#4)}
}
\begin{picture}(100,140)
\putovalado{50}{110}{20}{10}
\putovalado{50}{110}{30}{20}
\putovalado{50}{110}{50}{30}
\put(50,30){\oval(40,20)}
\put(50,30){\oval(60,40)}
\put(50,30){\oval(100,60)}
\end{picture}
```

También se pueden componer circunferencias y círculos dentro de un gráfico. Las circunferencias se componen mediante la macro

`\circle{`*diámetro*`}`

mientras que los círculos se componen mediante la macro

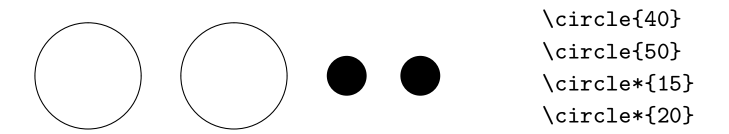
`\circle*{`*diámetro*`}`

El *diámetro* se especifica en unidades de medida y puede ser cualquier número entero o con decimales, a pesar que el LaTeX sólo dispone de un número limitado de circunferencias y de círculos en la fuente de símbolos especiales. Las macros `\circle` y `\circle*` seleccionan la circunferencia o el círculo de diámetro que se acerca más al diámetro especificado.



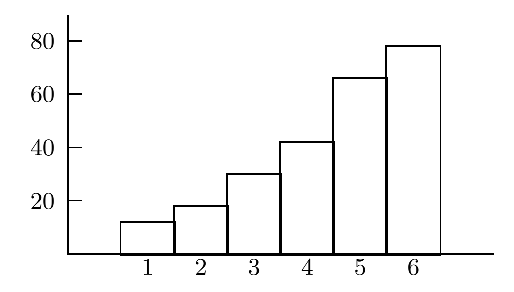
```
\circle{20}
\circle*{5}
```

La circunferencia más grande que puede componer el LaTeX es de 40 puntos de diámetro, mientras que el círculo más grande es de 15 puntos de diámetro:

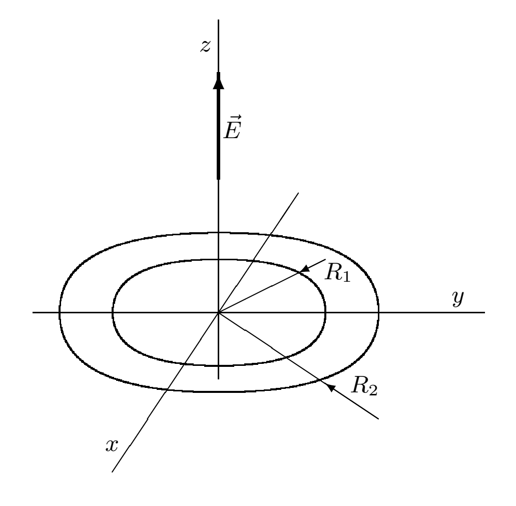


```
\circle{40}
\circle{50}
\circle*{15}
\circle*{20}
```

Todos estos objetos se pueden combinar dentro de un entorno picture para componer gráficos relativamente complejos:




```
\begin{picture}(180,90)
\put(20,10){\line(1,0){160}}
\put(50,5){\makebox(0,0)[c]{1}}
\put(70,5){\makebox(0,0)[c]{2}}
\put(90,5){\makebox(0,0)[c]{3}}
\put(110,5){\makebox(0,0)[c]{4}}
\put(130,5){\makebox(0,0)[c]{5}}
\put(150,5){\makebox(0,0)[c]{6}}
\put(20,10){\line(0,1){90}}
\multiput(20,30)(0,20){4}{\line(1,0){5}}
\put(15,30){\makebox(0,0)[r]{20}}
\put(15,50){\makebox(0,0)[r]{40}}
\put(15,70){\makebox(0,0)[r]{60}}
\put(15,90){\makebox(0,0)[r]{80}}
\put(40,10){\framebox(20,12){}}
\put(60,10){\framebox(20,18){}}
\put(80,10){\framebox(20,30){}}
\put(100,10){\framebox(20,42){}}
\put(120,10){\framebox(20,66){}}
\put(140,10){\framebox(20,78){}}
\end{picture}
```



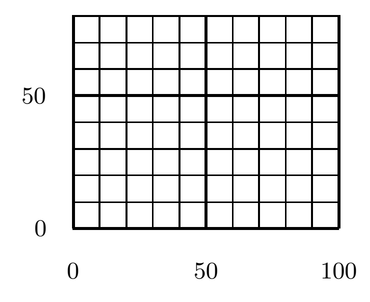

```
\begin{picture}(170,170)
\putovalado{70}{60}{40}{20}
\putovalado{70}{60}{60}{30}
\put(0,60){\line(1,0){170}}
\put(70,35){\line(0,1){135}}
\put(30,0){\line(2,3){70}}
\put(110,80){\line(-2,-1){40}}
\put(130,20){\line(-3,2){60}}
\put(110,80){\vector(-2,-1){10}}
\put(130,20){\vector(-3,2){20}}
\thicklines
\put(70,110){\vector(0,1){40}}
\put(30,10){\makebox(0,0)[c]{$x$}}
\put(160,65){\makebox(0,0)[c]{$y$}}
\put(65,160){\makebox(0,0)[c]{$z$}}
\put(115,75){\makebox(0,0)[c]{$R_1$}}
\put(125,32.5){\makebox(0,0)[c]{$R_2$}}
\put(75,130){\makebox(0,0)[c]{$\vec{E}$}}
\end{picture}
```

La composición de cualquier gráfico relativamente complejo conlleva la colocación correcta de muchos objetos en el sistema de coordenadas subyacente al gráfico. Hay herramientas informáticas que simplifican esta tarea mediante una *interface* gráfica, como por ejemplo los programas *xfig*, para los ordenadores Sun, *TEXCAD*, para los ordenadores PC y *LaGrafix*, para los ordenadores Macintosh, que permiten componer visualmente un gráfico y lo traducen en un entorno picture del LATEX que se puede incluir en el original electrónico.

Otra posibilidad es hacer un borrador del gráfico sobre una cuadrícula de papel y después escribir las macros del LATEX para componerlo. El paquete de definiciones graphpap del LATEX permite componer una cuadrícula del tamaño necesario y con el espaciado más apropiado, sobre la cual se pueden situar los objetos. La macro

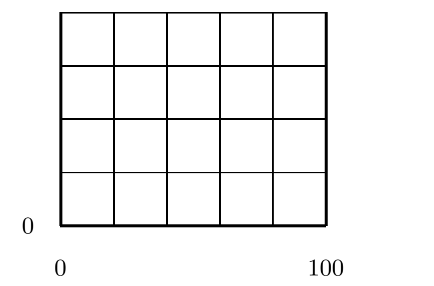
\graphpaper[n](x_0,y_0)(x,y)

compone una cuadrícula, donde (x_0, y_0) son las coordenadas del ángulo inferior izquierdo de la cuadrícula y (x, y) son la anchura y la altura de la cuadrícula, respectivamente:



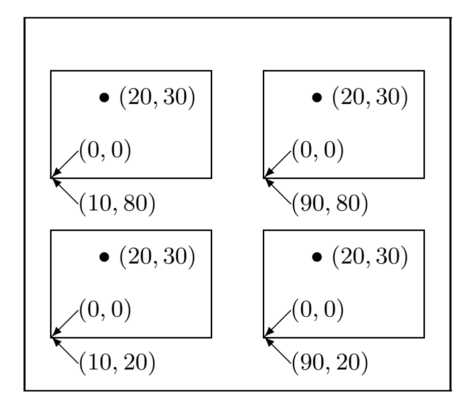

```
\graphpaper(0,0)(100,80)
```

El parámetro opcional n especifica la separación entre las líneas de la cuadrícula. Si no se especifica este parámetro, el valor por defecto es de 10 unidades de medida:




```
\graphpaper[20](0,0)(100,80)
```

Una última recomendación para componer gráficos complejos es dividirlos en subgráficos más simples. Cada subgráfico se puede componer en un nuevo entorno `picture` dentro del argumento de una macro `\put` del gráfico principal, lo que permite desplazar fácilmente todo un subgráfico dentro del gráfico principal. Además, la división de un gráfico en subgráficos permite trabajar en términos de coordenadas locales al subgráfico, en lugar de coordenadas globales a todo el gráfico:




```
\begin{picture}(160,140)
\put(0,0){\framebox(160,140){}}
\put(10,80){\begin{picture}(60,40)
  \put(0,0){\framebox(60,40){}}
  \end{picture}}
\put(90,80){\begin{picture}(60,40)
  \put(0,0){\framebox(60,40){}}
  \end{picture}}
\put(10,20){\begin{picture}(60,40)
  \put(0,0){\framebox(60,40){}}
  \end{picture}}
\put(90,20){\begin{picture}(60,40)
  \put(0,0){\framebox(60,40){}}
  \end{picture}}
\end{picture}
```

6.4 Inclusión de ficheros gráficos

Los gráficos compuestos mediante el entorno `picture` del LATEX tienen la ventaja de ser portables, además de la ventaja de la unidad tipográfica mencionada en el apartado 6.3.

La portabilidad de los gráficos se consigue también mediante los ficheros gráficos en formato *PostScript encapsulado* (EPS), un formato muy difundido en prácticamente todos los ordenadores. De hecho, casi todas las herramientas informáticas de dibujo y elaboración de gráficos, además de los escáneres, permiten generar ficheros gráficos en formato EPS. Estos ficheros

gráficos EPS se pueden incluir en el documento LaTeX mediante la activación de un paquete de definiciones.

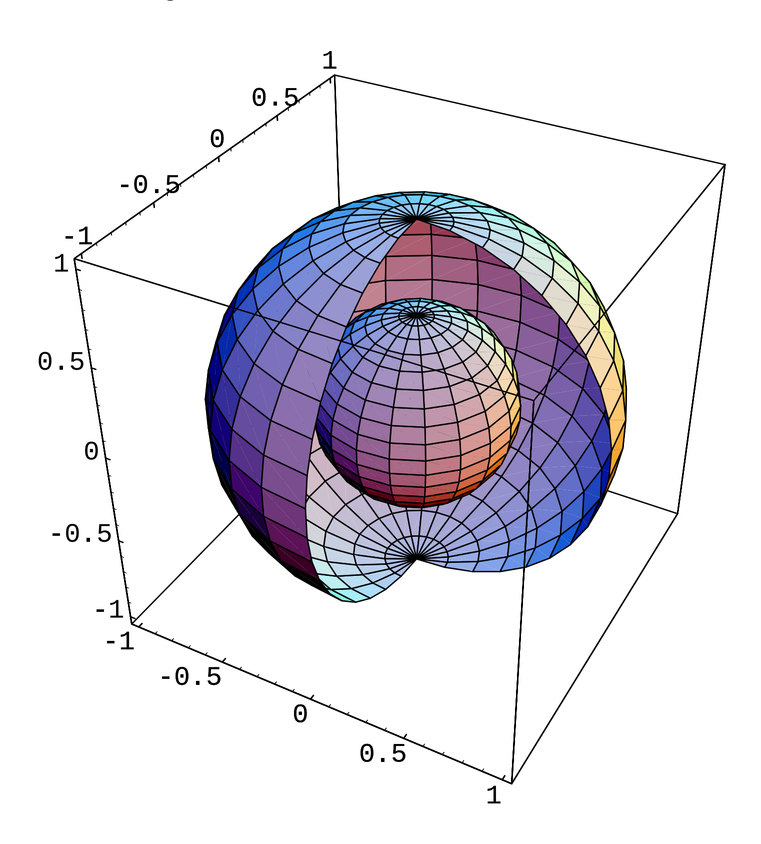
Además, se puede mantener la uniformidad tipográfica y la portabilidad del documento LaTeX mediante la inclusión de ficheros gráficos EPS que contienen gráficos compuestos previamente con LaTeX. Los traductores gráficos de impresora permiten generar ficheros gráficos en formato EPS a partir del documento LaTeX compuesto, y estos ficheros gráficos EPS se pueden incluir en otro documento LaTeX.

Entre los paquetes de definiciones que permiten incluir ficheros gráficos EPS en un documento LaTeX hay el paquete graphics y el paquete epsfig. Estos dos paquetes de definiciones admiten una opción, que especifica el traductor gráfico de pantalla y de impresora, como por ejemplo dvips y xdvi, para las implementaciones de los sistemas TeX y LaTeX en ordenadores con sistema operativo UNIX o con sistema operativo VMS; dvipsone y dviwindo, para el *Y&YTeX* en ordenadores IBM PC compatibles; emtex, para el *emTeX* en ordenadores IBM PC compatibles; oztex, para el *OzTeX* en ordenadores Macintosh; textures, para el *Textures* en ordenadores Macintosh; y pctexps, pctexwin y pctexhp, para el *PCTeX* en ordenadores IBM PC compatibles.

Con el paquete de definiciones graphics, la macro

\includegraphics{*fichero*}

incluye el contenido del *fichero* en el documento LaTeX compuesto, donde *fichero* es el nombre del fichero gráfico EPS:




```
\begin{center}
\includegraphics{plot1.ps}
\end{center}
```

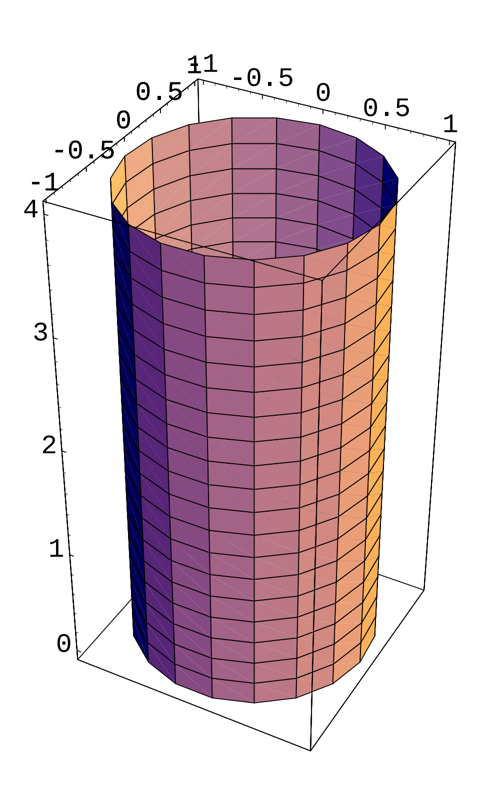
Los traductores gráficos de pantalla, sin embargo, no permiten visualizar los ficheros gráficos EPS, salvo los traductores gráficos para los ordenadores Macintosh, dado que los ficheros gráficos Macintosh en formato EPS contienen también una imagen del gráfico en formato PICT (*picture*) que siempre se puede visualizar en pantalla. En los otros ordenadores es preciso usar un programa visualizador de lenguaje *PostScript*, como por ejemplo el *GhostScript* o el *GhostView*, o bien imprimir el documento LATEX compuesto.

Con la opción `draft` del paquete `graphics`, sin embargo, las macros `\includegraphics` componen un rectángulo con el nombre del fichero gráfico EPS dentro, en lugar de reproducir el contenido del fichero gráfico. La opción `draft` de las clases estándares de documentos LATEX también produce el mismo efecto. En este caso, la opción `final` del paquete de definiciones `graphics` contrarresta el efecto de la opción `draft` de la clase de documentos LATEX.

El paquete de definiciones `epsfig` también permite incluir ficheros gráficos EPS en un documento LATEX, mediante la macro

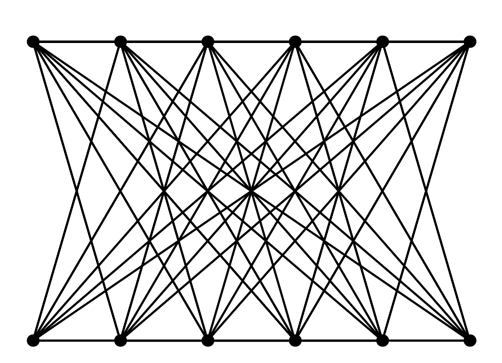
`\epsfig{file=`*fichero*`,width=`*anchura*`,height=`*altura*`}`

donde *fichero* es el nombre del fichero:



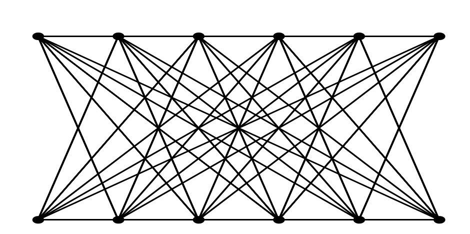

```
\begin{center}
\epsfig{file=plot2.ps}
\end{center}
```

Los parámetros opcionales *anchura* y *altura* permiten modificar el tamaño del gráfico. Cuando sólo se especifica la anchura, la altura del gráfico es escalada en la misma proporción, y viceversa:



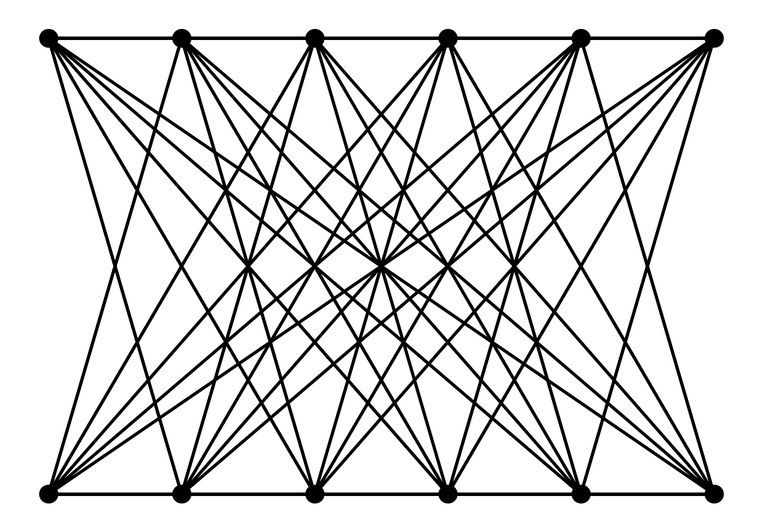
```
\begin{center}
\epsfig{file=k-partite.ps,width=\linewidth}
\end{center}
```

Cuando se especifica tanto la anchura como la altura del gráfico, es casi seguro que el gráfico se reproduce deformado:



```
\begin{center}
\epsfig{file=k-partite.ps,
  height=4cm,width=6cm}
\end{center}
```

Finalmente, el gráfico se reproduce a su tamaño natural, es decir, al tamaño en el que había sido generado, cuando no se especifica ninguno de los dos parámetros opcionales. Este es el último gráfico a tamaño natural:



Capítulo 7

Bibliografías y referencias bibliográficas

Todo trabajo científico incluye, por su naturaleza como publicación científica válida, referencias bibliográficas. La ética profesional y las leyes de propiedad intelectual establecen el derecho a la citación literal pero también el deber a la referencia, es decir, obligan a los autores a identificar las fuentes secundarias (otras publicaciones del mismo tema o de temas relacionados) y las fuentes primarias (libros, entrevistas, comunicaciones personales) de sus trabajos.

Así, tanto cuando se hace una citación textual de un fragmento de otro trabajo científico o se lo menciona, como cuando se incluyen datos extraídos de otra fuente, es preciso dar una referencia bibliográfica completa de la fuente citada y también es preciso enlazar la citación con la referencia bibliográfica correspondiente mediante una *citación bibliográfica*.

Normalmente se hace al final del trabajo científico una lista de todas las referencias bibliográficas correspondientes a las citaciones bibliográficas hechas dentro del texto del trabajo, a pesar que, según el tipo de publicación científica de que se trate, puede ser más conveniente poner las referencias bibliográficas en notas a pie de página o en notas al final del trabajo, o bien insertadas directamente dentro del texto, y también puede ser necesario incluir una bibliografía —una lista de referencias bibliográficas a las cuales no se hace referencia directa en el trabajo científico.

Las referencias bibliográficas se incluyen en un trabajo científico a fin de facilitar al lector la identificación precisa de una fuente de información. En este sentido, es preciso que sean bastante completas para permitir encontrar la publicación, además de dar informaciones adicionales que puedan resultar de alguna utilidad para el lector. Los datos principales que se tienen que incluir en la referencia bibliográfica de un libro, según (Pujol y Solà, 1995), son las siguientes:

1. Nombre del autor o los autores, o nombre del editor o de la institución que lo publica oficialmente, si no consta ningún autor.
2. Identificación: título completo con el subtítulo, si lo hay.
3. Colaboradores de la edición: prologuistas, revisores, traductores, ilustradores.

4. Ordinal de la edición concreta utilizada, si no es la primera.

5. Datos de publicación: lugar, editorial y año de publicación.

6. Colección y número.

7. Extensión (número de páginas, si se trata de un solo volumen, y número de volúmenes con las páginas respectivas, si es el caso).

8. Otros datos, como por ejemplo la existencia de figuras, tablas, ilustraciones, etc.

Estos datos se pueden extraer de la portada del libro, de la página de derechos, página de créditos o contraportada, o bien del colofón. En la contraportada del libro también se suelen encontrar mecanografiados los datos CIP (*Library of Congress Cataloguing-in-Publication Data*), que se parecen a las entradas en el catálogo de la biblioteca del Congreso de los EUA, a pesar que no siempre están consignados con bastante cuidado:

```
Goossens, Michel
    The LaTeX companion / by Michel Goossens, Frank Mittelbach
        p.    cm.
    Includes bibliographical references (p.) and index.
    ISBN 0-201-54199-8
    1. LaTeX (Computer file)  2. Computerized typesetting.
  y. Mittelbach, Frank.  II. Samarin, Alexander.  III. Title.
  Z253.4.L38666  1993
  686.2'2544536--dc20                                        93-23150
                                                                 CIP
```

En cuanto a las referencias bibliográficas de artículos, los datos principales que se tienen que incluir son los siguientes:

1. Nombre del autor o los autores.

2. Identificación: título del artículo.

3. Datos de publicación: título de la revista, en el caso de los artículos insertados en una publicación periódica, o bien la referencia bibliográfica completa del volumen donde se encuentran insertos, en el caso de los artículos de miscelánea.

4. Localización: volumen anual (o número), año de publicación (o período) y paginación, en los artículos de revista, o bien volumen y paginación, en los artículos de miscelánea.

Los datos que se tienen que incluir en las referencias bibliográficas de reportes técnicos o de investigación son los siguientes:

1. Nombre del autor o los autores.

2. Identificación: título del reporte.

3. Datos de publicació: organismo, universidad o centro de investigación.
4. Localización: volumen anual (o número), año de publicación (o período).
5. Extensión (número de páginas del reporte).

Los datos que se tienen que incluir en las referencias bibliográficas de tesis doctorales o de licenciatura son los siguientes:

1. Nombre del autor o los autores.
2. Identificación: título de la tesis.
3. Datos de presentación: grado obtenido (licenciatura o doctorado), director del trabajo, universidad, facultad o departamento donde se ha presentado y el mes y el año de defensa de la tesis.
4. Datos de publicación: referencia bibliográfica completa del reporte técnico o el reporte de investigación donde se encuentra reproducida.
5. Extensión (número de páginas de la tesis).

Los datos que se tienen que incluir en las referencias bibliográficas de originales electrónicos son los siguientes:

1. Nombre del autor o los autores.
2. Identificación: título del original electrónico.
3. Ubicación: dirección FTP o HTTP (véase el apartado 9.1).
4. Extensión (número de páginas del original electrónico).

Finalmente, en las referencias bibliográficas de ejemplares únicos (manuscritos, documentos inéditos) o difíciles de encontrar (folletos, pequeños impresos, manuales) es preciso incluir los datos siguientes:

1. Nombre del autor o los autores.
2. Identificación: título.
3. Ubicación: nombre del lugar donde se conservan, nombre de la institución que los custodia, fondo, sección y número.

En general, hay dos reglas básicas que se tienen que seguir a la hora de incluir referencias bibliográficas en un trabajo científico. Primero, sólo se tienen que dar referencias bibliográficas de trabajos publicados. Los trabajos en prensa, los trabajos enviados a congresos y a revistas científicas y los resúmenes no publicados de trabajos científicos son trabajos poco accesibles y que no necesariamente han superado el proceso de revisión crítica que define una publicación

científica válida. Las tesis doctorales no suelen encontrarse facilmente en todas partes; a veces su publicación como reporte de investigación o a través de los servicios de publicación y difusión *UMI Dissertation Services* las hace más fácilmente accesibles y, por lo tanto, resulta conveniente complementar una referencia de una tesis doctoral con la referencia del reporte de investigación o del número DAI (*Dissertation Abstracts International*) correspondiente.

Con todo, los originales electrónicos son muy accesibles y pueden complementar la referencia bibliográfica de cualquier publicación. De hecho, dentro de algunas disciplinas científicas, es práctica habitual citar *preprints* y originales electrónicos de trabajos que aún no han sido publicados, e incluso se suelen citar comunicaciones personales de otros colegas.

Segundo, se tiene que mantener la coherencia entre las citaciones bibliográficas hechas a lo largo del trabajo científico y las referencias bibliográficas incluidas al final del escrito. Sólo en el caso de una bibliografía se admite la omisión de las citaciones bibliográficas correspondientes a las referencias que forman parte de la bibliografía.

7.1 Sistemas de citación bibliográfica

Casi cada editorial y cada revista científica tiene su estilo o conjunto de normas editoriales propias, tanto por lo que hace a la inclusión de citaciones bibliográficas en el texto de un trabajo científico como para la presentación de una bibliografía o de una lista de referencias bibliográficas al final. En cuanto a los sistemas para hacer citaciones bibliográficas en un trabajo científico, los más usuales son básicamente tres: el sistema *autor-fecha*, el sistema *numérico* y el sistema *de referencias insertadas*, además de un sistema mixto, el sistema *autor-fecha abreviado*, que combina las ventajas de los sistemas autor-fecha y numérico.

El sistema autor-fecha

Con este sistema, las citaciones bibliográficas se forman con el apellido del autor seguido del año de publicación, este último entre paréntesis. Cuando se trata de dos autores, se suelen incluir los dos autores en la citación bibliográfica: *Pujol y Solà (1995)* es un ejemplo de ello. Cuando hay tres autores o más, sin embargo, sólo se suele indicar el primero, seguido de la abreviación latina *et al.* (y otros), como por ejemplo: *Goossens et al. (1993)*. En caso de haber dos citaciones bibliográficas idénticas o más pero correspondientes a publicaciones diferentes, el problema se resuelve facilmente distinguinlas mediante una letra detrás del año de publicación: *Knuth (1986a)*, *Knuth (1986b)*, etc.

También se puede usar la ligadura latina *&* para separar los autores de una publicación, y tiene la ventaja respecto a la conjunción *y* que permite distinguir los dos apellidos de una misma persona de los apellidos de dos personas diferentes, como por ejemplo: *Ferrer y Cerveró & Laffitte y Figueres (1994)*.

Dado que las citaciones bibliográficas no se numeran, este sistema permite agregar, modificar y borrar citaciones bibliográficas fácilmente y tantas veces como sea necesario. La desventaja principal de este sistema, sin embargo, es el espacio que ocupan las citaciones: desventaja para el autor, ya que las editoriales científicas suelen imponer restricciones muy rígidas de espacio;

y desventaja también para el impresor, dado el alto costo de impresión por palabra de una publicación científica. Además, un listado de citaciones bibliográficas hechas con el sistema autor-fecha puede distraer el lector del contenido del trabajo científico.

El sistema numérico

Un sistema muy diferente del sistema autor-fecha es el sistema numérico. Con este sistema, las citaciones bibliográficas no se forman con el apellido del autor y el año de publicación, sino que simplemente se numeran con un número entre corchetes: la primera entrada en la lista de referencias bibliográficas será, entonces, *[1]*. En cuanto al orden en que se tienen que enumerar las citaciones bibliográficas, las alternatives más usuals son dos: o bien según el orden de aparición de las citaciones bibliográficas dentro del trabajo científico, o bien por orden alfabético de los autores de las referencias bibliográficas.

La escritura de un trabajo científico no suele ser un proceso lineal, sino más bien un proceso circular durante el cual se revisan una y otra vez las partes del trabajo escritas previamente, hecho que puede llevar a la necesidad de agregar nuevas citaciones bibliográficas o de borrar citaciones bibliográficas existentes. Esto hace que la ordenación numérica de las citaciones por orden de aparición no sea muy recomendable: cualquier agregado o borrado de una citación puede obligar a revisar y a corregir la ordenación numérica de una buena parte de las citaciones hechas en el trabajo científico. La ordenación alfabética —por apellido de autor— de las citaciones bibliográficas numéricas resulta, entonces, preferible a la ordenación numérica, a pesar que resulta muy difícil de hacer si no se dispone de herramientas informáticas adecuadas: primero se tienen que ordenar alfabéticamente todas las referencias bibliográficas, después numerarlas correlativamente y, finalmente, trasladar los nombres resultantes a las citaciones bibliográficas hechas al largo del trabajo científico.

En todo caso, el sistema numérico resulta muy compacto, pero tiene la desventaja principal de ser poco descriptivo: este sistema obliga al lector a consultar frecuentemente las referencias bibliográficas durante la lectura del trabajo científico, hecho que lo puede distraer del contenido del trabajo.

El sistema de referencias insertadas

Un tercer sistema de citación bibliográfica es el sistema de referencias insertadas. Con este sistema, las citaciones bibliográficas se reemplazan por referencias bibliográficas completas, que se presentan según alguno de los estilos que se explican en el apartado 7.2. Por ejemplo, en lugar de hacer una citación bibliográfica, como por ejemplo *Pujol y Solà (1995)* o *[1]*, se incluye dentro del texto del trabajo la referencia bibliográfica correspondiente, entre paréntesis, como por ejemplo cuando se comenta el reciente libro de J. M. Pujol y J. Solà (*Ortotipografia. Manual de l'autor, l'autoeditor y el dissenyador gràfic.* Columna, Barcelona, 1995).

Así, se elimina la necesidad de hacer citaciones bibliográficas y de ordenarlas alfabéticamente o numéricamente. El sistema de referencias insertadas resulta entonces muy compacto y descriptivo, en el sentido que las citaciones son muy cortas y tanto las citaciones como las referencias bibliográficas estan al alcance directo del lector, en la misma página, pero tiene la gran des-

ventaja de distraer al lector del contenido del trabajo científico, además de obligar a volver a escribir las referencias bibliográficas enteras cada vez que se hace una citación.

Se puede bien decir que el sistema de referencias insertadas es un sistema totalmente obsoleto, frente a los otros sistemas de citación bibliográfica.

El sistema autor-fecha abreviado

Las ventajas del sistema autor-fecha y del sistema numérico se pueden combinar en una variante interesante del sistema autor-fecha, que consiste en abreviar el apellido del autor a las tres primeras letras, seguidas de los dos últimos dígitos del año de publicación, y cerrar la citación entre corchetes: *[Knu86]*. En el caso de dos autores o de tres autores, la citación consiste en juntar la primera letra del apellido de cada uno de los autores: *[PS95]*. Cuando los autores son más de tres, a diferencia del sistema autor-fecha no abreviado, se suele indicar la primera letra del apellido de los dos primeros autores, seguida por el signo *más* para indicar que hay más autores que los indicados: *[GM+94]* es la forma abreviada de la citación bibliográfica de un trabajo de los autores Grobelnik, Mladeniç, Zupaniç y Znidar del año 1994.

Este sistema tiene la desventaja, sin embargo, que no permite distinguir las citaciones bibliográficas idénticas pero de publicaciones de siglos diferentes, dado que sólo incluye los dos últimos dígitos del año de publicación. Con todo, es un sistema de citación bibliográfica muy extendido en diversas disciplinas científicas.

7.2 Estilos bibliográficos

En cuanto a las listas de referencias bibliográficas, el estilo de presentación de la información tiene que ser coherente con el estilo empleado para hacer las citaciones bibliográficas correspondientes. La información que contiene una referencia bibliográfica, sin embargo, es relativamente independiente del estilo bibliográfico adoptado.

A pesar que prácticamente cada revista científica define su estilo propio para la presentación de las referencias bibliográficas, las editoriales científicas se suelen basar en cinco estilos básicos: el estilo de *notas*, el *numérico*, el *alfabético*, el *alfabético abreviado* y el estilo *chicago*.

Con el estilo bibliográfico de *notas*, usado en conjunción con el sistema numérico de citaciones, las referencias bibliográficas se disponen como notas a pie de página, por orden de citación en una misma página del trabajo científico, y llevan por etiqueta la citación bibliográfica correspondiente. La referencia bibliográfica correspondiente a un trabajo de los autores Paul Boehm, Harald-Reto Fonio y Annegret Habel, que lleva por título *Amalgamation of graph transformations: A synchronization mechanism* y que ha sido publicado en el año 1987 por la revista *Journal of Computer and System Sciences*, en el número 1 del volumen 34, en las páginas que van de la 377 a la 408, tiene la forma siguiente cuando se compone en una nota a pie de página:

[1] Paul Boehm, Harald-Reto Fonio y Annegret Habel. Amalgamation of graph transformations: A synchronization mechanism. *Journal of Computer and System Sciences*, 34(1):377–408, 1987.

Con el estilo bibliográfico *numérico*, usado también en conjunción con el sistema numérico de citaciones, las referencias bibliográficas se pueden disponer o bien por orden alfabético de autor, o bien por orden de citación en el trabajo científico, pero siempre al final del trabajo, y llevan por etiqueta la citación bibliográfica correspondiente. La referencia bibliográfica del ejemplo anterior tiene la forma siguiente cuando se usa el estilo *numérico*:

[1] Paul Boehm, Harald-Reto Fonio y Annegret Habel. Amalgamation of graph transformations: A synchronization mechanism. *Journal of Computer and System Sciences*, 34(1):377–408, 1987.

Con el estilo bibliográfico *alfabético*, usado conjuntamente con el sistema *autor-fecha abreviado* de citaciones, las referencias bibliográficas se disponen por orden alfabético de autor al final del trabajo y llevan también la citación bibliográfica correspondiente (en formato *autor-fecha abreviado*) como etiqueta:

[BFH87] Paul Boehm, Harald-Reto Fonio y Annegret Habel. Amalgamation of graph transformations: A synchronization mechanism. *Journal of Computer and System Sciences*, 34(1):377–408, 1987.

El estilo bibliográfico *alfabético abreviado* es una variante del estilo bibliográfico *alfabético* en que las referencias bibliográficas se disponen también al final del trabajo, por orden alfabético de autor, pero con el nombre de los autores abreviado con las iniciales, y llevan también la citación bibliográfica correspondiente (en formato *autor-fecha abreviado*) como etiqueta. Este estilo bibliográfico también es usado conjuntamente con el sistema *autor-fecha abreviado* de citaciones:

[BFH87] P. Boehm, H.-R. Fonio y A. Habel. Amalgamation of graph transformations: A synchronization mechanism. *Journal of Computer and System Sciences*, 34(1):377–408, 1987.

El estilo bibliográfico *chicago* sigue las recomendaciones de (UCP, 1993), un libro de estilo muy difundido en el mundo académico anglosajón, y ha sido adoptado, entre otras asociaciones profesionales, por la APA (*American Psychology Association*) para sus revistas científicas. Con este estilo bibliográfico, usado en conjunción con el sistema *autor-fecha* de citaciones, las referencias bibliográficas se disponen también por orden alfabético de autor, al final del trabajo, pero poniendo el apellido antes del nombre del autor, y no van etiquetadas con la citación bibliográfica, ya que esta se puede leer directamente al inicio de la referencia bibliográfica:

Boehm, P., Fonio, H.-R. y A. Habel, A. (1987) Amalgamation of graph transformations: A synchronization mechanism. *Journal of Computer and System Sciences*, 14(3):34(1):377–408.

Estos estilos bibliográficos estándares son sólo algunos de los estilos que ofrecen las diferentes herramientas informáticas de soporte a la gestión de bases de datos bibliográficos, entre las cuales es preciso destacar el sistema BibTeX (véase el apartado 7.4). Aparte de dar soporte a los cuatro estilos básicos —numérico, alfabético, alfabético abreviado y chicago—, el sistema BibTeX incluye facilidades de programación para definir nuevos estilos; de hecho, algunas editoriales científicas y muchas asociaciones profesionales han programado sus estilos y los han publicado electrónicamente en la red Internet, y así los han puesto al alcance del mundo académico (véase el capítulo 9).

En cuanto a los estilos básicos para presentar una bibliografía, éstos son esencialmente los mismos que los empleados para presentar una lista de referencias bibliográficas. La única diferencia radica en el hecho que, por lo que hace a las referencias enumeradas en una bibliografía, no necesariamente todas se tienen que corresponder con las citaciones bibliográficas hechas en el trabajo científico.

Las convenciones tipográficas que se suelen aplicar a la composición de bibliografías y referencias bibliográficas son bien diversas. En general, sin embargo, todos los estilos básicos coinciden en el hecho de resaltar el título del trabajo. Es decir, todos los datos se componen en redonda salvo el título del libro, el título de la revista científica, el título del volumen de miscelánea o el título de la tesis, que es componen siempre en cursiva.

7.3 Composición de bibliografías y referencias bibliográficas con LaTeX

Las citaciones bibliográficas son referencias cruzadas hacia una bibliografía o una lista de referencias bibliográficas. El mecanismo de referencias cruzadas del LaTeX permite enlazar de manera automática las citaciones bibliográficas con las referencias bibliográficas correspondientes, pero las macros necesarias son ahora `\bibitem` y `\cite`, en lugar de `\label` y `\ref`. La macro

`\cite[`*nota*`]{`*clave*`}`

introduce una citación bibliográfica en el documento LaTeX hacia la referencia bibliográfica que lleva *clave* por identificador. Estas claves de citación pueden ser cualquier secuencia de letras, dígitos y signos de puntuación, salvo la coma, pero las lletras mayúsculas se consideran diferentes de las letras minúsculas:

Löwe (Löw93) ha estudiado la transformación de álgebras totales unarias.	`Löwe~\cite{loewe:tcs} ha estudiado la transformación de álgebras totales unarias.`

El parámetro adicional *nota* permite componer una nota como parte de la citación bibliográfica, por ejemplo para dirigir el lector hacia un apartado o una página concretos de la obra

citada:

Las estructuras de grafo (Löw93, pág. 188) han sido interpretadas en (BR+96) como álgebras parciales unarias.

```
Las estructuras de
grafo~\cite[pág.~188]{loewe:tcs} han sido
interpretadas en~\cite{atupa2} como
álgebras parciales unarias.
```

Cuano se tienen que hacer dos o más citaciones bibliográficas consecutivas, es preciso incluir todas las citaciones dentro de una misma macro `\cite`. De otro modo, el espaciado que se obtiene no es el más apropiado:

Las misceláneas de los cinco congresos internacionales de transformación de grafos (CER79; ENR83; ENR87; EKR91; REK95) son una muestra representativa de la actividad del área.

```
Las misceláneas de los cinco congresos
internacionales de transformación de
grafos~\cite{gg:78,gg:82,gg:86,gg:90,gg:94}
son una muestra representativa de
la actividad del área.
```

Las misceláneas de los cinco congresos internacionales de transformación de grafos (CER79) (ENR83) (ENR87) (EKR91) (REK95) son una muestra representativa de la actividad del área.

```
Las misceláneas de los cinco congresos
internacionales de transformación de
grafos~\cite{gg:78} \cite{gg:82}
\cite{gg:86} \cite{gg:90} \cite{gg:94} son
una muestra representativa de la actividad
del área.
```

Las citaciones bibliográficas se tienen que complementar con una bibliografía o una lista de referencias bibliográficas, que se suele incluir al final del trabajo. El entorno thebibliography del LaTeX permite componer una bibliografía o una lista de referencias bibliográficas como enumeración, cuyos elementos se especifican mediante macros

`\bibitem[`*citación*`]{`*clave*`}` *texto*

donde *citación* es la citación bibliográfica propiamente dicha, *clave* es la clave de la citación bibliográfica y *texto* es el texto de la referencia bibliográfica.

El entorno thebibliography admite un parámetro cuya anchura determina el sangrado de los párrafos de la lista de referencias bibliográficas. Por ejemplo, la macro

```
\begin{thebibliography}{99}
```

fija un sangrado de párrafo bastante amplio para incluir hasta 99 referencias bibliográficas en el estilo *numérico*, mientras que la macro

```
\begin{thebibliography}{XXX99}
```

fija un sangrado de párrafo que permite incluir cualquier número de referencias bibliográficas en el estilo *alfabético* o en el estilo *alfabético abreviado*. El estilo *chicago* prescinde de este parámetro, y por esto simplemente se puede dejar vacío, pero nunca se puede omitir este parámetro.

Tanto las citaciones como las referencias bibliográficas se tienen que escribir según las normas de estilo de la editorial donde se quiere publicar el trabajo científico. El LaTeX permite usar casi cualquier estilo bibliográfico, entre los cuales hay los cinco estilos básicos: el estilo de *notas*, el *numérico*, el *alfabético*, el *alfabético abreviado* y el estilo *chicago*.

Un primer ejemplo ilustra el sistema *numérico* de citación bibliográfica y el estilo bibliográfico *numérico*:

Algunos autores, como por ejemplo [1], afirman que la ortografía y la tipografía tienden, hoy en día, hacia la ortotipografía.

Referencias

[1] Josep M. Pujol y Joan Solà. *Ortotipografia. Manual de l'autor, l'autoeditor y el dissenyador gràfic.* Columna, Barcelona, 1995.

```
Algunos autores, como por
ejemplo~\cite{ortotipografia}, afirman que
la ortografía y la tipografía tienden,
hoy en día, hacia la ortotipografía.
\begin{thebibliography}{9}
\bibitem{ortotipografia} Josep M. Pujol y
Joan Solà. \emph{Ortotipografia. Manual de
l'autor, l'autoeditor i el dissenyador
gràfic}. Columna, Barcelona, 1995.
\end{thebibliography}
```

Un segundo ejemplo ilustra el sistema *autor-fecha abreviado* de citación bibliográfica y el estilo bibliográfico *alfabético*:

Algunos autores, como por ejemplo [PS95], afirman que la ortografía y la tipografía tienden, hoy en día, hacia la ortotipografía.

Referencias

[PS95] Josep M. Pujol y Joan Solà. *Ortotipografia. Manual de l'autor, l'autoeditor i el dissenyador gràfic.* Columna, Barcelona, 1995.

```
Algunos autores, como por
ejemplo~\cite{ortotipografia}, afirman que
la ortografía y la tipografía tienden,
hoy en día, hacia la ortotipografía.
\begin{thebibliography}{XXX99}
\bibitem[PS95]{ortotipografia} Josep M.
Pujol y Joan Solà. \emph{Ortotipografia.
Manual de l'autor, l'autoeditor i el
dissenyador gràfic}. Columna, Barcelona,
1995.
\end{thebibliography}
```

Un tercer ejemplo ilustra el sistema *autor-fecha abreviado* de citación bibliográfica y el estilo bibliográfico *alfabético abreviado*:

Algunos autores, como por ejemplo [PS95], afirman que la ortografía y la tipografía tienden, hoy en día, hacia la ortotipografía.

Referencias

[PS95] J. M. Pujol y J. Solà. *Ortotipografia. Manual de l'autor, l'autoeditor i el dissenyador gràfic.* Columna, Barcelona, 1995.

```
Algunos autores, como por
ejemplo~\cite{ortotipografia}, afirman que
la ortografía y la tipografía tienden,
hoy en día, hacia la ortotipografía.
\begin{thebibliography}{XXX99}
\bibitem[PS95]{ortotipografia} J.~M. Pujol
y J.~Solà. \emph{Ortotipografia. Manual de
l'autor, l'autoeditor i el dissenyador
gràfic}. Columna, Barcelona, 1995.
\end{thebibliography}
```

El paquete de definiciones apalike permite emplear el estilo bibliográfico *chicago*. Un cuarto ejemplo ilustra su uso con el sistema *autor-fecha* de citación bibliográfica:

Algunos autores, como por ejemplo (Pujol y Solà, 1995), afirman que la ortografía y la tipografía tienden, hoy en día, hacia la ortotipografía.

Referencias

Pujol, J. M. y Solà, J. (1995). *Ortotipografia. Manual de l'autor, l'autoeditor i el dissenyador gràfic.* Columna, Barcelona.

```
Algunos autores, como por
ejemplo~\cite{ortotipografia}, afirman que
la ortografía y la tipografía tienden,
hoy en día, hacia la ortotipografía.
\begin{thebibliography}{}
\bibitem [Pujol y Solà, 1995]
{ortotipografia}
Pujol, J.~M. y Solà, J. (1995).
\emph{Ortotipografia. Manual de l'autor,
l'autoeditor i el dissenyador gràfic}.
Columna, Barcelona.
\end{thebibliography}
```

Finalmente, el estilo bibliográfico *notas* se obtiene mediante las notas a pie de página del LaTeX, en lugar del entorno thebibliography. El ejemplo siguiente ilustra su uso con el sistema *numérico* de citación bibliográfica:

Algunos autores[1] afirman que la ortografía y la tipografía tienden, hoy en día, hacia la ortotipografía.

[1] Pujol, J. M. y Solà, J. *Ortotipografia. Manual de l'autor, l'autoeditor i el dissenyador gràfic.* Columna, Barcelona, 1995.

```
Algunos autores~\footnote{Pujol, J.~M. y
Solà, J. \emph{Ortotipografia.
Manual de l'autor, l'autoeditor i el
dissenyador gràfic}. Columna, Barcelona,
1995.} afirman que la ortografía y la
tipografía tienden, hoy en día, hacia
la ortotipografía.
```

En cuanto a la composición de una bibliografía con LaTeX, el mecanismo es esencialmente el mismo que para componer una lista de referencias bibliográficas, salvo que las macros `\cite` no son necesarias.

Los ejemplos siguientes ilustran la composición de referencias bibliográficas en el estilo bibliográfico *chicago*, mediante el paquete de definiciones apalike, y corresponden a los ejemplos del capítulo 0.

Burmeister, P., Rosselló, F., y Rudak, L. (1995). On Höft's characterization of weak model classes. *Algebra Universalis*, 34:214–219.

```
\bibitem [Burmeister et~al., 1995]
{weak-model-classes} Burmeister, P.,
Rosselló, F., y Rudak, L. (1995). On
{Höft's} characterization of weak model
classes. \emph{Algebra Universalis},
34:214--219.
```

Castro, J., Cucker, F., Messeguer, X., Rubio, A., Solano, L., y Valles, B. (1993). *Curso de programación*. McGraw-Hill, Barcelona.

```
\bibitem[Castro et~al., 1993]
{castro-programacion} Castro, J.,
Cucker, F., Messeguer, X., Rubio, A.,
Solano, L., y Valles, B. (1993).
\emph{Curso de programación}.
McGraw-Hill, Barcelona.
```

Departament de LSI de la UPC (1995). Llenguatges, gramàtiques i autòmats (LGA): col·lecció de problemes. Centre de Publicacions del Campus Nord, Barcelona.

```
\bibitem[Departament de {LSI} de la {UPC},
1995]{apunt-lga} Departament de {LSI} de
la {UPC} (1995). Llenguatges, gramàtiques
i autòmats ({LGA}): col·lecció de problemes.
Centre de Publicacions del Campus Nord,
Barcelona.
```

Bonet, M. L. (1991). *The Lengths of Propositional Proofs and the Deduction Rule*. Tesis doctoral, University of California at Berkeley.

```
\bibitem[Bonet, 1991]{bonet-tesis}
Bonet, M.~L. (1991). \emph{The Lengths
of Propositional Proofs and the Deduction
Rule}. Tesis doctoral, University of
California at Berkeley.
```

Moreno-Ribas, A. (1992). Generalización de fórmulas lógicas y su aplicación al aprendizaje automático. Tesis de licenciatura, Universitat Politècnica de Catalunya.

```
\bibitem[Moreno-Ribas, 1992]
{moreno-tesina} Moreno-Ribas, A. (1992).
Generalización de fórmulas lógicas
y su aplicación al aprendizaje
automático. Tesis de licenciatura,
Universitat Politècnica de Catalunya.
```

Román Jiménez, J. A. (1996). Carta con fecha 13 de marzo.

```
\bibitem[Román~Jiménez, 1996]
{convocatoria} Román~Jiménez, J.~A.
(1996). Carta con fecha 13 de marzo.
```

Xambó Descamps, S. (1994). String theory and enumerative geometry. En Gràcia, X. et al., editores, *Proc. of the Fall Workshop on Differential Geometry and its Applications*, páginas 63–73, Barcelona. Departament de Matemàtica Aplicada i Telemàtica de la Universitat Politècnica de Catalunya.

```
\bibitem[Xambó~Descamps, 1994]{xambo}
Xambó~Descamps, S. (1994).
String theory and enumerative geometry.
En Gràcia, X. et~al., editores, \emph{Proc.
of the Fall Workshop on Differential
Geometry and its Applications}, páginas
63--73, Barcelona. Departament de
Matemàtica Aplicada i Telemàtica de la
Universitat Politècnica de Catalunya.
```

7.4 Gestión de bases de datos bibliográficos con BibTeX

Sea cual sea el sistema de citación bibliográfica y el estilo bibliográfico empleado para escribir un trabajo científico, muchos de los datos bibliográficos pueden ser necesarios más adelante, tanto si se tiene que enviar el trabajo científico a otra editorial —porque haya sido eventualmente rechazado—, como cuando algunas de estas referencias bibliográficas se tengan que volver a incluir en un trabajo científico posterior.

Una cuidadosa recolección y un registro correcto de datos bibliográficos es, entonces, una inversión que un profesor o un investigador pueden aprovechar al largo de su vida científica. En este sentido, el sistema BibTEX es la base de una serie de herramientas informáticas de soporte a muchas de las funciones relacionadas con la elaboración de citaciones y referencias bibliográficas; muchas de estas herramientas, si no todas, han sido desarrolladas voluntariamente por profesores e investigadores de diferentes universidades de alrededor del mundo.

El BibTEX es un sistema de marcado que comprende un formato estándar para la compilación de referencias bibliográficas, un conjunto de estilos bibliográficos estándares, un lenguaje de programación para la definición de nuevos estilos bibliográficos y programas informáticos de soporte a la gestión de bases de datos bibliográficos.

Los principales programas de soporte son el BibTEX, para extraer de una base de datos bibliográficos las referencias bibliográficas correspondientes a las citaciones bibliográficas hechas en un document LATEX, a fin de incluirlas en la bibliografía o en la lista de referencias bibliográficas del documento; y el BibTool, para ordenar e intercalar bases de datos bibliográficos, como también para generar *claves* o identificadorrs uniformes para las diversas entradas compiladas en una base de datos bibliográficos. De hecho, el BibTool incluye la funcionalidad de diversos programas, entre los cuales bibclean, bibextract y bibsort, en una herramienta informática unificada. Todas estas herramientas informáticas son de dominio público y se encuentran en la CTAN (véase el apéndice C).

A diferencia de otros programas para la gestión de bases de datos bibliográficos, el BibTEX es un sistema de marcado: por ejemplo, los datos bibliográficos correspondientes a un artículo publicado en una revista científica se indican mediante una serie de macros estándares, como por ejemplo author para el nombre del autor o los autores, title para el título del trabajo, journal para el título de la revista científica, etc.:

```
@article{   valiente.fuster:typesetting,
  author  = {Gabriel Valiente and Robert Fuster},
  title   = {Typesetting Catalan Texts with \TeX},
  journal = {TUGboat},
  year    = {1993},
  volume  = {14},
  number  = {3},
  pages   = {252--259}
}
```

Esta es, de hecho, la forma de la entrada en la base de datos bibliográficos una vez ha sido procesada por el programa BibTool, que, entre otras cosas, ha generado una clave para identificar la referencia bibliográfica: ahora basta escribir la citación bibliográfica

```
\cite{valiente.fuster:typesetting}
```

en el documento LATEX para que el sistema LATEX ponga la citación bibliográfica en el formato dado por el sistema de citación bibliográfica escogido, y para que el sistema BibTEX ponga la referencia bibliográfica correspondiente en el formato dado por el estilo bibliográfico escogido por

el autor o el editor, según se explica más adelante. Por ejemplo, empleando el estilo bibliográfico *autor-fecha abreviado* y procesando el documento con los sistemas LaTeX y BibTeX resulta el texto compuesto siguiente, donde tipografía es el nombre del fichero que contiene la referencia bibliográfica:

A més dels estils bàsics per escriure treballs científics, hi ha actualment molts estils complementaris, com ara estils per adaptar el sistema LaTeX a les convencions ortogràfiques i tipogràfiques pròpies de la llengua en què s'escriu el treball científic; a [VF93] es presenten por primera vegada tant el sistema TeX com el sistema LaTeX adaptats a les convencions ortogràfiques i tipogràfiques bàsiques de la llengua catalana: el tall de paraules en síl.labes i la ela geminada.

referencias

[VF93] Gabriel Valiente & Robert Fuster. Typesetting Catalan Texts with TeX. *TUGboat*, 14(3):252–259, 1993.

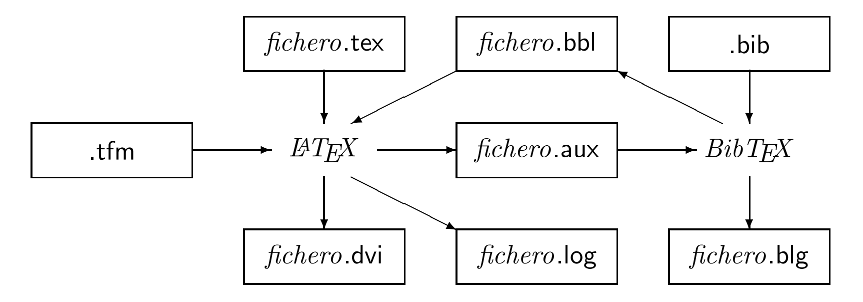
```
A més dels estils bàsics per escriure
treballs científics, hi ha actualment
molts estils complementaris, com ara
estils per adaptar el sistema \LaTeX\
a les convencions ortogràfiques i
tipogràfiques pròpies de la llengua en
què s'escriu el treball científic; a
\cite{valiente.fuster:typesetting} es
presenten por primera vegada tant el
sistema \TeX\ com el sistema \LaTeX\
adaptats a les convencions
ortogràfiques i tipogràfiques bàsiques
de la llengua catalana: el tall de
paraules en sí\l.labes i la ela
geminada.
\bibliographystyle{alpha}
\bibliography{tipografía}
```

Las bases de datos bibliográficos en format BibTeX son ficheros que sirven de entrada a un proceso de extracción de referencias bibliográficas, y tienen la extensión .bib (*bibliography*). Este proceso de extracción necesita también el fichero con extensión .aux, resultado del proceso de compilación del documento LaTeX, que contiene información sobre el estilo bibliográfico que ha sido escogido para el documento, como también el nombre del fichero o de los ficheros que contienen la base de datos bibliográficos.

Como resultado del proceso de extracción de referencias bibliográficas mediante el sistema BibTeX, se obtiene un fichero con el mismo nombre que el documento LaTeX pero con extensión .bbl (*bibliography list*), que contiene las referencias bibliográficas correspondientes a las citaciones bibliográficas que han sido hechas en el documento LaTeX, compuestas en el formato determinado por el estilo bibliográfico que ha sido escogido.

Además, durante este proceso de extracción se produce un fichero adicional, con extensión .blg (*bibliography log*), que contiene todos los mensajes que salen en la pantalla durante el proceso de extracción, además de otras informaciones que pueden ser de utilidad para corregir errores eventuales puestos de manifiesto durante la extracción de referencias bibliográficas.

El proceso de extracción de referencias bibliográficas se puede resumir en el diagrama siguiente:



En cuanto al formato estándar para la compilación de referencias bibliográficas, éste depende de la categoría de escrito de que se trate. El BibTEX reconoce una serie de categorías de escritos estándares, a pesar que no excluye la posibilidad de definir otras categorías. Cada categoría de escrito tiene asociado un conjunto de entradas de información obligatorias y un conjunto de entradas optativas, pero se puede incluir cualquier otra entrada.

El BibTEX da un mensaje de error cuando falta alguna de las entradas obligatorias en una referencia bibliográfica, pero da sólo un mensaje de aviso cuando falta alguna entrada optativa. Las entradas adicionales son ignoradas normalmente, pero se pueden aprovechar para definir nuevas categorías de escrito; por ejemplo, se puede incluir una entrada resumen para elaborar una bibliografía comentada sobre un área concreta de una disciplina científica.

Dentro de una base de datos bibliográficos en formato BibTEX, las referencias tienen la forma

```
@categoría{clave,
    entrada = "texto",
    entrada = "texto",
        ⋮
    entrada = "texto" }
```

donde *clave* es el identificador usado para hacer citaciones bibliográficas mediante la macro `\cite`. El orden de las referencias no es relevante; los estilos bibliográficos determinan la ordenación apropiada, como por ejemplo alfabética o por orden de citación dentro de un documento LATEX.

El *texto* asociado a cada *entrada* tiene que ir delimitado o bien por comillas dobles, o bien por llaves de apertura y de cierre, salvo que se trate de un número; en este caso, las llaves son optativas. Además, las claves que delimitan la referencia bibliográfica se pueden substituir por paréntesis de apertura y de cierre.

Dentro de una referencia bibliográfica, los espacios son opcionales. El LATEX trata los espacios dentro del texto de las entradas como separaciones entre palabras, es decir, un espacio tiene el mismo efecto que cincuenta espacios (véase el apartado 4.1).

Sin embargo, a diferencia del LATEX, con el sistema BibTEX no se puede activar ningún paquete de definiciones y, en particular, no se puede activar el paquete de definiciones inputenc. Entonces, no se pueden escribir caracteres acentuados y con otros signos diacríticos directamente desde el teclado en el texto de las entradas y es preciso recorrer a las macros estándares del LATEX para componerlos (véase el apartado 4.3).

Otra diferencia es que los estilos bibliográficos ponen el texto de ciertas entradas en minúsculas, sobre todo los títulos, a pesar que el sistema BibTEX no pone en minúsculas el texto que ha sido incluido entre llaves. Resulta conveniente, entonces, escribir el texto de todas las entradas en mayúscula y minúscula, y poner entre llaves las palabras que se tienen que componer siempre en mayúscula o con iniciales en mayúscula, como por ejemplo las siglas o los nombres propios. Es preciso tener presente que la inicial de la primera palabra después de los dos puntos, como por ejemplo en el interior de un título, no se pone en mayúsculas, contrariamente a la tradición ortográfica y tipográfica anglosajona. Además, los artículos, las conjunciones y las preposiciones nunca se ponen en mayúscula, aunque sean átonas, salvo que estén en la posición inicial del texto.

```
title = "Lenguajes, gram\'aticas y aut\'omatas ({LGA}):
         colecci\'on de problemas"
```

El texto de las entradas de nombre del autor o el editor se tienen que escribir con el nombre delante del apellido, o bien con el nombre detrás del apellido pero separados mediante una coma. Así, las dos entradas siguientes son equivalentes:

```
author = "Kurt G\"odel"
author = "G\"odel, Kurt"
```

Para incluir los dos apellidos del autor o el editor, es preciso usar siempre la segunda forma, es decir, los dos apellidos y el nombre al final, separados mediante una coma:

```
author = "Rossell\'o Llompart, Francesc"
author = "Xamb\'o Descamps, Sebasti\`a"
```

Cuando la referencia bibliográfica contiene varios autores o editores, es preciso separarlos mediante la macro and del BibTEX:

```
author = "Peter Burmeister and Francesc Rossell\'o and Leszek Rudak"
```

En estos casos, los estilos de citación bibliográfica suelen componer sólo el nombre del primer autor, seguido de la abreviación latina *et al.* (y otros), cosa que también hacen si se incluye la macro and others del BibTEX en lugar del nombre de los últimos autores:

```
author = "Peter Burmeister and others"
```

pero los estilos bibliográficos normalmente necesitan todos los nombres de los autores para poder componer correctamente las referencias bibliográficas. Esto hace que el uso de la macro and others del BibTEX no sea muy recomendable.

Se pueden definir abreviaciones para el texto de las entradas, que tienen que comenzar con una letra y no pueden contener espacios ni los carácteres siguientes:

```
" # % ' ( ) , = { }
```

Por ejemplo, si tcs es la abreviación de

```
Theoretical Computer Science
```

entonces las dos entradas siguientes son equivalentes:

```
journal = tcs
journal = "Theoretical Computer Science"
```

De hecho, los estilos bibliográficos incluyen algunas abreviaciones, entre las cuales las abreviaciones inglesas de tres letras para los meses: jan, feb, mar, apr, may, jun, jul, aug, sep, oct, nov y dec. Con todo, estas abreviaciones componen el texto del mes en inglés.

Los estilos bibliográficos estándares suelen incluir también las abreviaciones de los títulos de diversas revistas científicas, entre las cuales acmcs (*ACM Computing Surveys*), acta (*Acta Informatica*), cacm (*Communications of the ACM*), ibmjrd (*IBM Journal of Research and Development*), ibmsj (*IBM Systems Journal*), ieeese (*IEEE Transactions on Software Engineering*), ieeetc (*IEEE Transactions on Computers*), ieeetcad (*IEEE Transactions on ComputerAided Design of Integrated Circuits*), ipl (*Information Processing Letters*), jacm (*Journal of the ACM*), jcss (*Journal of Computer and System Sciences*), scp (*Science of Computer Programming*), sicomp (*SIAM Journal on Computing*), tocs (*ACM Transactions on Computer Systems*), tods (*ACM Transactions on Database Systems*), tog (*ACM Transactions on Graphics*), toms (*ACM Transactions on Mathematical Software*), toois (*ACM Transactions on Office Information Systems*), toplas (*ACM Transactions on Programming Languages and Systems*) y tcs (*Theoretical Computer Science*).

Se pueden incluir otras abreviaciones dentro de una base de datos bibliográficos. La macro

```
@string{abreviación = "texto"}
```

dentro de un fichero con extensión .bib define la abreviación *abreviación* del texto *texto*, como por ejemplo

```
@string{tcs = "Theoretical Computer Science"}
```

Dado que las macros `@string` en un fichero con extensión .bib tienen precedencia sobre las abreviaciones definidas en los estilos bibliográficos, se pueden incluir las macros siguientes al inicio de una base de datos bibliográficos o en un fichero aparte con extensión .bib, como por ejemplo abbrev.bib, para redefinir las abreviaciones inglesas estándares de los nombres de los meses para componerlos en castellano:

```
@string{jan = "enero"}
@string{feb = "febrero"}
@string{mar = "marzo"}
@string{apr = "abril"}
@string{may = "mayo"}
@string{jun = "junio"}
@string{jul = "julio"}
@string{aug = "agosto"}
@string{sep = "septiembre"}
@string{oct = "octubre"}
@string{nov = "noviembre"}
@string{dec = "diciembre"}
```

Entonces, las nuevas definiciones de las abreviaciones de los nombres de los meses serán activas en todo documento LaTeX en que abbrev haya sido incluido como argumento de la macro `\bibliography`, que especifica el nombre del fichero que contiene la base de datos bibliográficos, según se explica más adelante.

Volviendo al formato estándar para la compilación de referencias bibliográficas, las categorías de escritos estándares que reconoce el BibTeX son las siguientes:

article Un artículo publicado en una revista científica. Las entradas obligatorias son author, title, journal y year. Las entradas optativas son volume, number, pages, month y note.

book Un libro. Las entradas obligatorias son author o editor, title, publisher, year. Las entradas optativas son volume o number, series, address, edition, month y note.

booklet Un documento impreso y encuadernado pero que no ha sido publicado. La única entrada obligatoria es title. Las entradas optativas son author, howpublished, address, month, year y note.

inbook Una parte de un libro, como por ejemplo un capítulo o una serie de páginas consecutivas. Las entradas obligatorias son author o editor, title, chapter y/o pages, publisher, year. Las entradas optativas son volume o number, series, type, address, edition, month y note.

incollection Una parte de un libro con un título propio. Las entradas obligatorias son author, title, booktitle, publisher y year. Las entradas optativas son editor, volume o number, series, type, chapter, pages, address, edition, month y note.

inproceedings Un artículo publicado en la miscelánea de un congreso. Las entradas obligatorias son author, title, booktitle y year. Las entradas optativas son editor, volume o number, series, pages, address, month, organization, publisher y note.

manual Un manual de documentación técnica. La única entrada obligatoria es title. Las entradas optativas son author, organization, address, edition, month, year y note.

mastersthesis Una tesis de licenciatura. Las entradas obligatorias son author, title, school y year. Las entradas optativas son type, address, month y note.

misc Un trabajo que no se ajusta a ninguna de las otras categorías. No tiene ninguna entrada obligatoria. Las entradas optativas son author, title, howpublished, month, year y note.

phdthesis Una tesis doctoral. Las entradas obligatorias son author, title, school y year. Las entradas optativas son type, address, month y note.

proceedings La miscelánea de un congreso. Las entradas obligatorias son title y year. Las entradas optativas son editor, volume o number, series, address, month, organization, publisher y note.

techreport Un reporte técnico o de investigación. Las entradas obligatorias son author, title, institution y year. Las entradas optativas son type, number, address, month y note.

unpublished Un trabajo inédito. Las entradas obligatorias son author, title y note. Las entradas optativas son month y year.

Por otra parte, las entradas de información estándares son las siguientes:

address La dirección de la editorial o la institución que publica oficialmente el trabajo. Cuando se trata de editoriales grandes o instituciones conocidas, basta incluir la ciudad o una de las ciudades donde están instaladas. En el caso de editoriales pequeñas o poco conocidas, sin embargo, la inclusión de su dirección completa puede facilitar al lector la localización de la publicación.

annote Comentario. A pesar que esta entrada es ignorada por los estilos estándares, se puede usar para componer una bibliografía comentada mediante otro estilo de presentación de referencias bibliográficas.

author El nombre del autor o los autores.

booktitle El título completo del libro o el volumen de miscelánea con el subtítulo, si lo hay.

chapter El número del capítulo o el apartado.

crossref La clave de la referencia bibliográfica de la cual se hace una referencia cruzada. Los estilos bibliográficos estándar permiten incluir referencias cruzadas dentro de las referencias bibliográficas, por ejemplo para no tener que duplicar los datos de un volumen de miscelánea en la referencia bibliográfica a un artículo que sale publicado en el volumen.

edition El ordinal de la edición concreta, si no es la primera. Ejemplo: `Segunda`. Es preciso escribir el ordinal en lugar de una abreviación. Además, el ordinal tiene que comenzar con mayúscula. Los estilos de presentación de referencias bibliográficas se encargan de ponerlo en minúsculas, cuando es necesario.

editor El nombre del editor o los editores.

howpublished Indicación de cómo se ha hecho público un trabajo de tipo booklet o misc.

institution El nombre de la institución que publica oficialmente el trabajo.

journal El título de la revista científica.

key Una clave alternativa que se puede usar para ordenar alfabéticamente la referencia bibliográfica, para hacer referencias cruzadas y para componer la citación bibliográfica correspondiente cuando faltan los datos author y editor. No se ha de confundir con la *clave* o identificador de las macros `\cite`.

month El mes de publicación o el mes en que fue escrito, en el caso de un trabajo inédito. Se pueden usar las abreviaciones estándares inglesas de tres letras jan, feb, mar, apr, may, jun, jul, aug, sep, oct, nov y dec.

note Toda información adicional que pueda resultar de interés para el lector.

number El número de una revista, un reporte o un trabajo dentro de una serie. Los números de las revistas científicas se suelen identificar mediante el número de volumen y el número de revista. Los reportes técnicos y de investigación también se suelen numerar. A veces, los libros que forman parte de una serie o colección también se numeren.

organization El nombre de la institución que organiza el congreso o que publica el manual de documentación técnica.

pages La paginación del trabajo. Ejemplo: `162`, `187`, `252--259`.

publisher El nombre de la editorial que publica el libro o el volumen de miscelánea.

school El nombre de la universidad, la facutad o el departamento donde se ha presentado la tesis doctoral o de licenciatura.

series El nombre de la serie o de la colección de libros o volúmenes de miscelánea.

title El título completo del trabajo científico con el subtítulo, si lo hay.

type La clase de reporte —técnico o de investigación—, la clase de parte de un libro en un trabajo de tipo inbook o incollection, o la clase de tesis —de licenciatura o doctoral.

volume El número de volúmenes de una revista científica o de un libro de varios volúmenes. También se puede usar como alternativa a la entrada number para los trabajos que han sido publicados dentro de una serie, cuando la serie se numera en volúmenes en lugar de números.

year El año de publicación o el año en que fue escrito, en el caso de un trabajo inédito. Normalmente es un número, como por ejemplo `1963`, a pesar que también se puede incluir texto, como por ejemplo la abreviatura latina `c. 1066` o también `circa 1066`.

La tabla siguiente resume todas las entradas de información asociadas a cada categoría de escrito estándar del BibTEX, clasificadas según sean entradas obligatorias (+), entradas optatives (−) o entradas que el BibTEX ignora (en blanco). Las entradas con un círculo son excluyentes. Sólo una de las entradas chapter y pages es obligatoria para las referencias bibliográficas inbook, a pesar que se pueden incluir también las dos entradas.

	address	annote	author	booktytle	chapter	crossref	edytyon	edytor	howpublyshed	ynstytutyon	journal	key	month	note	number	organyzatyon	pages	publysher	school	seryes	tytle	type	volume	year
article			+								+		−	−	−		−				+		−	+
book	−		⊕				−	⊕					−	−	−			+		−	+		−	+
booklet	−		−						−				−	−							+			−
inbook	−		⊕		+		−	⊕					−	−	⊖		+	+		−	+	−	⊖	+
incollection	−		+	+	−		−	−					−	−	⊖		−	+		−	+	−	⊖	+
inproceedings	−		+	+				−					−	−	⊖	−	−	−		−	+		⊖	+
manual	−		−				−						−	−		−					+			−
mastersthesis	−		+										−	−					+		+	−		+
misc			−						−				−	−							−			−
phdthesis	−		+										−	−					+		+	−		+
proceedings	−							−					−	−	⊖	−		−		−	+		⊖	+
techreport	−		+							+			−	−	−						+	−		+
unpublished			+										−	+							+			−

En cuanto a los estilos bibliográficos estándares, la macro

`\bibliographystyle{`*estilo*`}`

especifica tanto el estilo de citación bibliográfica como el estilo bibliográfico, donde *estilo* es uno de los siguientes:

plain Sistema *numérico* de citación bibliográfica y estilo bibliográfico *numérico.* Las referencias bibliográficas son ordenadas alfabéticamente.

unsrt Sistema *numérico* de citación bibliográfica y estilo bibliográfico *numérico.* Las referencias bibliográficas no son ordenadas alfabéticamente sino que simplemente se mantiene el orden que tienen en la base de datos bibliográficos.

alpha Sistema *autor-fecha abreviado* de citación bibliográfica y estilo bibliográfico *alfabético.*

abbrv Sistema *autor-fecha abreviado* de citación bibliográfica y estilo bibliográfico *alfabético abreviado.*

Además de estos cuatro estilos estándares, el estilo apalike permite usar el sistema *autor-fecha* de citación bibliográfica y el estilo bibliográfico *chicago.* Es preciso activar, sin embargo, el paquete de definiciones apalike en el documento LaTeX. Éstos y muchos otros estilos adicionales son de dominio público y se encuentran en la CTAN (véase el apéndice C). Además, muchas

editoriales científicas suministran estilos programados para sus revistas especializadas (véase el capítulo 9).

Los ejemplos siguientes ilustran la composición de referencias bibliográficas en el estilo bibliográfico *chicago*, mediante el paquete de definiciones apalike y el sistema BibTeX, y corresponden a los ejemplos del capítulo 0.

Burmeister, P., Rosselló, F., y Rudak, L. (1995). On Höft's characterization of weak model classes. *Algebra Universalis*, 34:214–219.

```
@article{weak-model-classes,
   author =  {Peter Burmeister and Francesc
             Rossell\'o and Leszek Rudak},
   title =   {On {H{\"o}ft's}
             characterization of weak model
             classes},
   journal = {Algebra Universalis},
   volume =  34,
   pages =   {214--219},
   year =    1995, }
```

Castro, J., Cucker, F., Messeguer, X., Rubio, A., Solano, L., y Valles, B. (1993). *Curso de programación*. McGraw-Hill, Barcelona.

```
@book{castro-programacion,
   author =    {Jorge Castro and Felipe
               Cucker and Xavier Messeguer
               and Albert Rubio and
               Llu\'{\i}s Solano and Borja
               Valles},
   title =     {Curso de programaci\'on},
   publisher = {McGraw-Hill},
   address =   {Barcelona},
   year =      1993, }
```

Departament de LSI de la UPC (1995). Llenguatges, gramàtiques i autòmats (LGA): col·lecció de problemes. Centre de Publicacions del Campus Nord, Barcelona.

```
@booklet{apunt-lga,
   key =         {Departament de {LSI}
                 de la {UPC}},
   title =       {Llenguatges,
                 gram\`atiques
                 i aut\`omats ({LGA}):
                 colecci\'o de problemes},
   howpublished = {Centre de Publicacions
                 del Campus Nord},
   address =     {Barcelona},
   year =        1995, }
```

Bonet, M. L. (1991). *The Lengths of Propositional Proofs and the Deduction Rule.* Tesis doctoral, University of California at Berkeley.

```
@phdthesis{bonet-tesis,
   author =  {Mar\'{\i}a Luisa Bonet},
   title =   {The Lengths of Propositional
             Proofs and the Deduction
             Rule},
   school =  {University of California
             at Berkeley},
   year =    1991,
   type =    {Tesis doctoral}, }
```

Moreno-Ribas, A. (1992). Generalización de fórmulas lógicas y su aplicación al aprendizaje automático. Tesis de licenciatura, Universitat Politècnica de Catalunya.

```
@mastersthesis{moreno-tesina,
   author =  {Antonio Moreno-Ribas},
   title =   {Generalizaci\'on de
             f\'ormulas l\'ogicas y su
             aplicaci\'on al
             aprendizaje autom\'atico},
   school =  {Universitat Polit\`ecnica
             de Catalunya},
   year =    1992,
   type =    {Tesis de licenciatura}, }
```

Román Jiménez, J. A. (1996). Carta con fecha 13 de marzo.

```
@misc{convocatoria,
   author =  {Rom\'an Jim\'enez, Jos\'e
             Antonio},
   title =   {Carta con fecha 13 de marzo},
   year =    1996, }
```

Xambó Descamps, S. (1994). String theory and enumerative geometry. En Gràcia, X. et al., editores, *Proc. of the Fall Workshop on Differential Geometry and its Applications*, páginas 63–73, Barcelona. Departament de Matemàtica Aplicada i Telemàtica de la Universitat Politècnica de Catalunya.

```
@inproceedings{xambo,
   author =       {Xamb\'o Descamps,
                  Sebasti\`a},
   title =        {String theory and
                  enumerative geometry},
   editor =       {Xavier Gr\`acia
                  and others},
   booktitle =    {Proc. of the Fall
                  Workshop on Differential
                  Geometry and its
                  Applications},
   organization = {Departament de
                  Matem\`atica Aplicada i
                  Telem\`atica de la
                  Universitat Polit\`ecnica
                  de Catalunya},
   address =      {Barcelona},
   year =         1994,
   pages =        {63--73},
}
```

Finalmente, la macro

`\bibliography{`*nombre*`,`...`,` *nombre*`}`

especifica el nombre o los nombres de los ficheros con extensión `.bib` que contienen la base de datos bibliográficos, es decir, que contienen las referencias bibliográficas correspondientes a las citaciones bibliográficas hechas en el document LATEX.

En cuanto a la composición de una bibliografía con BibTEX, el mecanismo es esencialmente el mismo que para componer una lista de referencias bibliográficas, salvo que no necesariamente todas las entradas de la bibliografía tienen que haber sido citadas en el documento LATEX. La macro

`\nocite{`*clave*`,`...`,` *clave*`}`

permite incluir las referencias bibliográficas que tienen los argumentos *clau* por clave de citación, a pesar que no hayan sido citadas directamente en el documento, mientras que la macro

`\nocite{*}`

permite incluir todas las referencias de una base de datos bibliográficos, aunque que no hayan sido citadas en el document LATEX.

Entonces, basta poner una macro `\nocite{*}` o bien una macro `\nocite{`*clave*`,` ... `,` *clave*`}` en el documento LATEX para componer una bibliografía con el sistema BibTEX.

Capítulo 8

Generación de índices alfabéticos

Los índices alfabéticos dan al lector una manera directa de encontrar la informació que necesita, sin tener que leer o recorrer toda la publicación impresa. La publicación electrónica acabará por sustituir, sin duda, los índices alfabéticos por otras facilidades de búsqueda y acceso a la información, como por ejemplo los índices contextuales de palabras clave (*keyword in context*) o los enlaces electrónicos de hipertexto (véase el capítulo 9), pero los índices alfabéticos son aliados insubstituibles del lector de documentos impresos de bastante volumen, sobre todo de libros y de manuales de documentación técnica.

Un índice alfabético es una colección de entradas, ordenadas alfabéticamente, que corresponden a los conceptos principales que son tratados en el documento y facilitan su localización mediante referencias al número o a los números de página correspondientes, como también a otros conceptos que están relacionados directa o indirectamente.

Las entradas de los índices alfabéticos consisten en una cabecera y uno o más números de página o rangos de números de página. La cabecera corresponde al concepto principal al cual se hace referencia. Normalmente, las cabeceras son sintagmas nominales y se escriben poniendo la palabra más importante o más descriptiva del concepto delante, para permitir la ordenación alfabética de las entradas del índice:

autor-fecha, sistema de referencias, 283, 289,
302, 304, 308–309, 311–314
bibliografías, 263–264, 266–267, 281, 285, 296–
297, 298

Cuando las entradas del índice alfabético contienen muchas referencias, el lector puede tener que recorrer muchas páginas y leer muchos párrafos hasta encontrar la información que necesita. En estos casos, resulta conveniente desglosar las entradas en subentradas, que corresponden a subconceptos del concepto principal. De hecho, el libro (UCP, 1993) recomienda incluir al menos una subentrada para toda entrada que tenga más de cinco referencias:

autor-fecha, sistema de referencias
    ventajas e inconvenientes, 312, 313
    concepto, 308–309
    varios trabajos en un mismo año, 310
    inversión de apellido y nombre, 283
    lista de referencias, 309–311
    reediciones y traducciones, 310–312
    referencias entre paréntesis, 311–313

La generación de un índice alfabético es un proceso que casi nunca es lineal y que incluye las tareas siguientes:

- Escoger los conceptos principales que se han de incluir como entradas del índice alfabético.
- Determinar los números de página asociados a cada entrada del índice alfabético.
- Desglosar las entradas que contienen muchas referencias en subentradas y subsubentradas.
- Ordenar alfabéticamente todas las entradas, subentradas y subsubentradas.
- Componer el índice alfabético en el formato apropiado.

La elección de los conceptos principales que se han de incluir como entradas del índice alfabético y su desglose en subentradas y subsubentradas son tarea del autor del documento. El LaTeX permite determinar de manera automática los números de página asociados a cada entrada del índice alfabético, según se explica en el apartado 8.1, y también permite componer el índice alfabético en el formato apropiado, pero el autor ha de poner las entradas en orden alfabético y ha de poner los números de página que ha generado el LaTeX.

El programa auxiliar *MakeIndex*, sin embargo, compone el índice alfabético de manera automática, en el formato apropiado, donde las entradas son acompañadas de los números de página correspondientes y son ordenadas alfabéticamente. El uso del programa *MakeIndex* se explica en el apartado 8.2.

8.1 Generación de índices alfabéticos con LaTeX

Los índices alfabéticos se suelen componer en dos columnas. El entorno theindex permite componer una enumeración de conceptos y números de página en el formato de un índice alfabético, en dos columnas, pero la compilación de las entradas es tarea del autor.

Básicamente, el proceso de generación de un índice alfabético con LaTeX consiste en escoger las entradas y las subentradas que se han de incluir, escribirlas dentro de un entorno theindex, conjuntamente con las referencias a los números de página donde se tratan los conceptos correspondientes, y finalmente poner las entradas en orden alfabético.

De manera similar a las enumeraciones que se componen mediante los entornos itemize, enumerate, description y list, la macro

`\item` *texto*

dentro de un entorno theindex compone *texto* como entrada del índice alfabético, en un párrafo aparte. El LaTeX no genera automáticamente los números de página asociados a las entradas y, por lo tanto, es preciso incluirlos dentro del argumento *texto* de manera explícita.

Hay otras macros similares para componer las subentradas y las subsubentradas del índice alfabético. La macro

`\subitem` *texto*

dentro de un entorno theindex compone *texto* como subentrada del índice alfabético, en un párrafo aparte y con un sangrado adicional, mientras que la macro

`\subsubitem` *texto*

dentro de un entorno theindex compone *texto* como subsubentrada del índice alfabético, en un párrafo aparte y con un sangrado adicional respecto a la alineación horizontal de las subentradas del índice alfabético. Además, la macro

`\indexspace`

introduce un espacio vertical adicional, que se suele poner delante de la primera entrada del índice alfabético que comienza con una nueva letra del alfabeto.

autor-fecha, sistema de referencias
    ventajas e inconvenientes, 312
    concepto, 308
    inversión de apellido y nombre, 283
    lista de referencias, 309
    reediciones y traducciones, 310
    referencias entre paréntesis, 311

bibliografías
    concepto, 263
    estilo normalizado, 264, 285
    ordenación, 281

```
\begin{theindex}
\item autor-fecha, sistema de referencias
\subitem ventajas e inconvenientes, 312
\subitem concepto, 308
\subitem inversión de apellido y nombre,
283
\subitem lista de referencias, 309
\subitem reediciones y traducciones, 310
\subitem referencias entre paréntesis, 311
\indexspace
\item bibliografías
\subitem concepto, 263
\subitem estilo normalizado, 264, 285
\subitem ordenación, 281
\end{theindex}
```

Los números de página asociados a las entradas del índice alfabético se pueden obtener a partir de un fichero auxiliar, introduciendo macros apropiadas donde se traten los conceptos correspondientes. La macro

`\makeindex`

en el preámbulo del documento LaTeX especifica la generación de un fichero auxiliar, con extensión .idx, que contiene la información de los números de página asociados a las entradas del índice alfabético, que se definen mediante macros `\index`. La macro

```
\index{texto}
```

define la entrada *texto* del índice alfabético y compila la información del número de página correspondiente. La activación del paquete de definiciones inputenc también permite escribir los caracteres acentuados y con signos diacríticos directamente desde el teclado dentro del argumento *texto*, a excepción de la diéresis, que se ha de escribir mediante la macro `\"` (véase el apartado 4.3). Por ejemplo, la macro

```
\index{autor-fecha, sistema de referencias}
```

introducida en la página 308 del documento LATEX, origina la inclusión de la macro

```
\indexentry{autor-fecha, sistema de referencias}{308}
```

en el fichero auxiliar con extensión .idx, siempre que la macro `\makeindex` haya sido incluida en el preámbulo del documento LATEX. De otro modo, las macros `\index` no tienen ningún efecto.

A fin de asegurar la compilación correcta de la información de los números de página asociados a cada entrada del índice alfabético, es conveniente escribir las macros `\index` inmediatamente delante o inmediatamente detrás de los conceptos correspondientes, sin ningún espacio en blanco en medio:

En el sistema autor-fecha, se sitúa al final del trabajo una lista de todas las obras citadas y las referencias se dan en el interior del texto entre paréntesis, reducidas al apellido del autor, seguido del año de publicación y la paginación correspondiente.

```
En el sistema
autor-fecha\index{autor-fecha,
sistema de referencias}, se sitúa al final
del trabajo una lista de todas las obras
citadas y las referencias se dan en el
interior del texto entre paréntesis,
reducidas al apellido del autor, seguido
del año de publicación y la
\index{paginación}paginación
correspondiente.
```

De otro modo, los números de página pueden ser incorrectos cuando las entradas son compuestas al inicio o al final de una página del documento LATEX.

8.2 Preparación de índices alfabéticos con MakeIndex

Conjuntamente con el paquete de definiciones makeidx, el programa auxiliar *MakeIndex* permite componer de manera automática el índice alfabético de un documento LATEX. Sólo es preciso activar el paquete de definiciones makeidx, incluir la macro

```
\makeindex
```

en el preámbulo del documento e incluir la macro

```
\printindex
```

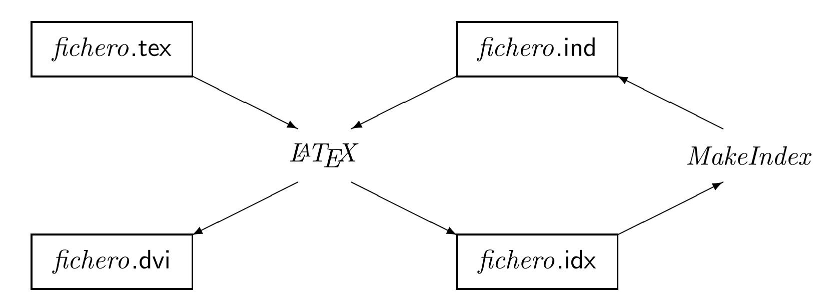
donde se quiera componer el índice alfabético, cosa que se suele hacer al final del documento LaTeX, es decir, inmediatamente delante de la macro `\end{document}`.

El programa *MakeIndex* genera un entorno theindex a partir de las entradas que han sido especificadas mediante macros `\index` en el documento LaTeX. Dentro de este entorno, las entradas son acompañadas de los números de página correspondientes y son ordenadas alfabéticamente.

El programa *MakeIndex* obtiene los números de página necesarios del fichero auxiliar con extensión .idx, que es un subproducto de la última composición del documento. El LaTeX pone la información de los números de página asociados a cada macro `\index`, siempre que el preámbulo del documento incluya la macro `\makeindex`. A partir de este fichero auxiliar, el programa *MakeIndex* genera otro fichero con extensión .ind, que contiene el entorno theindex en el formato correcto.

Finalmente, la macro `\printindex` incluye el entorno theindex, contenido en el fichero auxiliar con extensión .ind, en el documento LaTeX.

Esto quiere decir que es preciso procesar el documento LaTeX al menos una vez, después usar el programa *MakeIndex* y finalmente procesar el documento LaTeX al menos otra vez para componer el índice alfabético. El proceso de preparación de un índice alfabético con MakeIndex se puede resumir en el diagrama siguiente:



El paquete de definiciones makeidx permite especificar tanto las entradas como las subentradas y las subsubentradas del índice alfabético, que pueden incluir referencias cruzadas a otras entradas, subentradas o subsubentradas del índice alfabético.

El texto de las subentradas y las subsubentradas de una entrada del índice alfabético se separan del texto de la entrada correspondiente mediante signos de admiración `!`. Es decir, la macro

`\index{`*texto*`!`*subtexto*`}`

define la subentrada *subtexto* dentro de la entrada *texto* del índice alfabético, mientras que la macro

`\index{`*texto*`!`*subtexto*`!`*subsubtexto*`}`

define la subsubentrada *subsubtexto* de la subentrada *subtexto* dentro de la entrada *texto* del índice alfabético.

bibliografías
concepto, 63
estilo
descriptivo, 64, 71, 89
normalizado, 64, 85
ordenación, 81

```
Página 63: \index{bibliografías!concepto}
Página 64: \index{bibliografías!estilo!descriptivo}
Página 64: \index{bibliografías!estilo!normalizado}
Página 71: \index{bibliografías!estilo!descriptivo}
Página 81: \index{bibliografías!ordenación}
Página 85: \index{bibliografías!estilo!normalizado}
Página 89: \index{bibliografías!estilo!descriptivo}
```

Se puede especificar también el rango o los rangos de páginas donde se trata cada concepto. La macro

\index{*texto*|(}

define la página donde comienza la entrada *texto*, mientras que la macro

\index{*texto*|)}

define la página de finalización. Los argumentos *texto* han de ser idénticos, pero pueden incluir el texto de una subentrada y también el texto de una subsubentrada, separados por signos de admiración.

bibliografías
concepto, 63–64
estilo
descriptivo, 64–66, 71, 89–90
normalizado, 64–66, 85–86
ordenación, 81–82

```
Página 63: \index{bibliografías!concepto|(}
Página 64: \index{bibliografías!concepto|)}
Página 64: \index{bibliografías!estilo!descriptivo|(}
Página 64: \index{bibliografías!estilo!normalizado|(}
Página 66: \index{bibliografías!estilo!descriptivo|)}
Página 66: \index{bibliografías!estilo!normalizado|)}
Página 71: \index{bibliografías!estilo!descriptivo}
Página 81: \index{bibliografías!ordenación|(}
Página 82: \index{bibliografías!ordenación|)}
Página 85: \index{bibliografías!estilo!normalizado|(}
Página 86: \index{bibliografías!estilo!normalizado|)}
Página 89: \index{bibliografías!estilo!descriptivo|(}
Página 90: \index{bibliografías!estilo!descriptivo|)}
```

El programa *MakeIndex* sustituye toda entrada del índice alfabético que comienza y acaba en la misma página por una entrada con una única referencia al número de página. Además, elimina del índice alfabético todas las entradas redundantes, es decir, las entradas que son idénticas a otras entradas y con un número de página asociado que pertenece al rango de páginas de las otras entradas.

Este programa también ordena las entradas, las subentradas y las subsubentradas del índice alfabético, según una extensión de la codificación ASCII. Este orden suele ser apropiado en algunos casos, pero no cubre de manera adecuada los caracteres acentuados y con signos diacríticos.

Según el *Institut d'Estudis Catalans*, la cedilla *ç* se considera en la ordenación alfabética de palabras como una letra ce normal *c* y las palabras que llevan acento gráfico o diéresis se

clasifican como si no los llevasen, salvo que sólo se distingan por el acento o la diéresis. En este caso, el orden de clasificación es el siguiente: ausencia de acento gráfico; acento cerrado o agudo; acento abierto o grave; diéresis; acento circunflejo. Finalmente, las diferencias entre mayúsculas y minúsculas son irrelevantes para la ordenación alfabética de palabras.

La ordenación alfabética que produce el programa *MakeIndex* sigue, sin embargo, otros criterios. Los acentos y los signos diacríticos (diéresis, acento cerrado, acento circunflejo y acento abierto, en este orden) se ponen delante de las palabras sin acento gráfico, y la cedilla *ç* se pone delante de la letra ce normal *c*.

No obstante, el programa *MakeIndex* permite especificar la ordenación alfabética de cada entrada del índice. La macro

`\index{`*orden*`@`*texto*`}`

define la entrada *texto* del índice alfabético pero la ordena según el argumento *orden*, además de compilar la información del número de página correspondiente. Por ejemplo, la macro

```
\index{alfa@$\alpha$}
```

define la entrada α del índice alfabético y la ordena como `alfa`, en lugar de `$\alpha$`. Así, se puede conseguir la ordenación alfabética correcta en castellano de las entradas del índice mediante macros `\index{`*orden*`@`*texto*`}`, como por ejemplo las siguientes:

```
\index{vacio@vacío}
\index{rebano@rebaño}
\index{paragueria@paragüería}
```

En el caso de varias palabras que sólo se distinguen por los signos diacríticos, es preciso encontrar alguna manera de ordenarlas correctamente. Una solución posible consiste en agregarles una letra adicional al final, a efectos de establecer la ordenación alfabética correcta:

```
\index{llenoa@lleno}
\index{llenoz@llenó}
\index{vacioa@vació}
\index{vacioz@vacío}
```

Los índices alfabéticos suelen resaltar la referencia principal o primaria dentro de cada entrada, por ejemplo poniendo el número de página en cursiva o en negrita. El programa *MakeIndex* también permite definir el estilo en que se ha de componer cada entrada del índice alfabético. La macro

`\index{`*texto*`|`*macro*`}`

define la entrada *texto* del índice alfabético y compila la información del número de página correspondiente, que se compone en el estilo especificado por *macro*. Es decir, el número de página n se compone como `\`*macro*`{`n`}`.

bibliografías, 263, *281*, 296–297	Página 263:	`\index{bibliografías}`
sistema autor-fecha, **308**, 311–314	Página 281:	`\index{bibliografías|emph}`
	Página 296:	`\index{bibliografías|(}`
	Página 297:	`\index{bibliografías|)}`
	Página 308:	`\index{sistema autor-fecha|textbf}`
	Página 311:	`\index{sistema autor-fecha|(}`
	Página 314:	`\index{sistema autor-fecha|)}`

Los índices alfabéticos suelen incluir entradas con números de página, que son, en realidad, referencias cruzadas a los números de página donde se tratan otros conceptos relacionados.

El programa *MakeIndex* también permite componer referencias cruzadas entre las entradas del índice alfabético. La macro

`\index{`*texto*`|see{`*referencia*`}}`

define la entrada *texto* del índice alfabético y compila la información del número de página como referencia cruzada a la entrada *referencia* del índice alfabético:

comillas, 121	Página 121:	`\index{comillas}`
Gänsefüßchen, *véase* comillas	Página 121:	`\index{\emph{Gänsefüßchen}|see{comillas}}`

De hecho, las macros `\index{`*texto*`|see{`*referencia*`}}` no componen ningún número de página, por lo que se pueden escribir en cualquier parte del documento LaTeX, salvo en el preámbulo.

El paquete de definiciones makeidx define la macro `\see`. Es preciso activar la opción spanish del paquete de definiciones babel, sin embargo, para que esta macro componga la traducción castellana *véase*, en lugar del nombre inglés *see* (véase el apartado 4.4).

Capítulo 9

Publicación electrónica de trabajos científicos

El contenido de un trabajo científico lo da el autor, mientras que la forma de un trabajo científico la da normalmente la editorial. Esta distinción, tan característica del proceso editorial tradicional, se desvanece frente a las nuevas posibilidades que abren las redes globales de ordenadores, también llamadas autopistas de la información, para la publicación de los trabajos científicos. Un amplio abanico de posibilidades de publicación electrónica al alcance directo de los autores está cambiando radicamente la naturaleza misma del proceso editorial; el autor se convierte en responsable no sólo del contenido del trabajo científico sino también de la forma y de la publicación en la red Internet o, más precisamente, en la red global o WWW (*World-Wide Web*).

A pesar que es muy difícil predecir el efecto que tiene toda nueva tecnología a mediano y a largo plazo, las consecuencias inmediatas de estas enormes facilidades de publicación electrónica son ya muy diversas. La consecuencia positiva más importante es una fuerte reducción de la duración del ciclo editorial. Si el ciclo de publicación de un trabajo científico, que suele durar unos cuantos meses o incluso un par de años, se puede reducir a unas cuantas semanas cuando se hace una entrega electrónica, la publicación electrónica de un trabajo científico es cuestión de minutos. Sólo es preciso poner el trabajo científico en alguno de los formatos estándares para la publicación electrónica y enlazarlo o ligarlo adecuadamente dentro de la telaraña gigante que es la red global de ordenadores. Además, la distribución electrónica de un trabajo científico a través de la red global de ordenadores es prácticamente instantanea.

La consecuencia negativa más relevante de la publicación electrónica de originales, sin embargo, es que el proceso de revisión crítica previo a la publicación de un trabajo científico —necesario para que el trabajo sea considerado una publicación científica válida— es el gran ausente de la publicación electrónica. Esto hace que sea muy recomendable —e incluso imprescindible— la publicación del original electrónico de un trabajo científico, previamente a la edición impresa o electrónica en una publicación científica, con lo que se pone una versión electrónica preliminar del documento en la red global de ordenadores, al alcance de toda la comunidad científica.

El proceso de revisión crítica queda garantizado, sin embargo, cuando las editoriales científicas son las encargadas de la publicación electrónica de los originales. Aprovechando la gran difusión actual y las enormes facilidades que da la red global de ordenadores, muchas editoriales científicas han comenzado a producir versiones electrónicas de sus revistas especializadas, en algunos casos lanzando la publicación de nuevas revistas exclusivamente en formato electrónico.

En principio hay diferentes grados en que se pueden aprovechar las diversas facilidades de publicación electrónica de un trabajo científico. Una primera posibilidad, la que conlleva menos esfuerzo para el autor, consiste en guardar en la red global de ordenadores una réplica electrónica del trabajo científico impreso. En este sentido, los formatos estándares empleados son los llamados lenguajes de descripción de páginas; los más usuales son el PostScript y el PDF (*Portable Document Format*), ambos desarrollados por la empresa Adobe Systems. El formato PostScript, a pesar que permite visualizar el trabajo científico en la pantalla de algunos ordenadores —de manera bastante rudimentaria, página por página, mediante los programas *GhostScript* o *GhostView*—, está más orientado a obtener un documento impreso. El mismo trabajo científico en formato PDF, en cambio, se puede visualizar con todo detalle en la pantalla de prácticamente cualquier ordenador y, a la vez, se puede imprimir directamente. El programa *Acrobat Distiller* permite traducir cualquier documento en formato PostScript al formato PDF.

Una segunda posibilidad consiste en incluir *enlaces electrónicos* dentro del trabajo científico. Estos enlaces o referencias cruzadas permiten al lector del trabajo científico *navegar* por todo el documento electrónico, pasar de una parte del trabajo directamente a otra parte relacionada, de la misma manera como se suele navegar por los volúmenes de una enciclopedia. La estructura lineal de un trabajo científico se convierte así en circular, lo que se conoce como hipertexto.

Los enlaces no necesariamente tienen que señalar alguna parte del mismo trabajo científico, sino que pueden señalar cualquier trabajo científico publicado en cualquier nodo de la red global de ordenadores. Por ejemplo, las citaciones se pueden enlazar directamente con las obras y los autores originales, las referencias bibliográficas se pueden reemplazar por enlaces a los documentos electrónicos correspondientes, etc.

Un paso más avanzado consiste en incluir también todos los gráficos, las tablas y las ilustraciones del trabajo científico dentro de la publicación electrónica correspondiente. Sólo es preciso guardar todos estos gráficos, tablas e ilustraciones como ficheros en un nodo de la red global de ordenadores y poner en el trabajo científico los enlaces electrónicos con los ficheros correspondientes. En cuanto al formato en que se tienen que poner estos ficheros, las opciones son muchas. Unas de las más usuales, aparte del PostScript y el PDF, son: el GIF (*Graphics Interchange Format*), desarrollado originalmente para la red norteamericana Compuserve, el TIFF (*Tag Image Import File*), los mapas de bits, etc.

Los enlaces electrónicos son posibles gracias al establecimiento de un protocolo de comunicaciones estándares, el HTTP (*HyperText Transfer Protocol*), y de un lenguaje de marcado estándar para escribir documentos hipertexto portables entre diferentes ordenadores, el HTML (*HyperText Markup Language*). El lenguaje HTML no es, sin embargo, un estándar fijo, sino más bien una especificación que se encuentra bajo la revisión permanente de un numeroso grupo de expertos desde que se adoptó, a principio de los años noventa, como herramienta común para guardar información en la red global de ordenadores. En un futuro no muy lejano será posible,

por ejemplo, incluir fórmulas matemáticas directamente dentro de la versión electrónica de un trabajo científico, en lugar de tenerlas que incluir como ilustraciones, como se hace actualmente.

De hecho, el programa *LaTeX2HTML* permite traducir un documento LaTeX al formato HTML, pero a pesar que en principio mantiene la gran calidad tipográfica de las fórmulas matemáticas del documento LaTeX, las incluye como mapas de bits, con una resolución fija, por lo que los programas visualizadores de lenguaje HTML, como el *Mosaic* o el *NetScape*, sólo pueden reproducirlas fielmente cuando la resolución de la pantalla es la misma que la resolución con la que han sido compuestas las fórmulas matemáticas.

En cualquier caso, el proceso de publicación electrónica no está completo hasta que no se facilita a la comunidad científica el acceso al documento electrónico. Es preciso construir enlaces desde diversos puntos de acceso o nodos de la red global de ordenadores; por ejemplo, desde la página de información de la institución donde se hace la publicación electrónica y desde las páginas de información propias de los autores del trabajo científico.

Una ventaja adicional que ofrece la publicación electrónica es la posibilidad de hacer enlaces electrónicos a las referencias bibliográficas de un trabajo científico. Esto permitirá reducir el tiempo de consulta de las referencias bibliográficas de unos cuantos minutos o unas cuantas horas (el tiempo necesario para buscar la publicación científica en una biblioteca) o unos cuantos días o semanas (cuando la publicación científica se tiene que encargar a la editorial) a unos cuantos segundos, una vez que la publicación electrónica conjunta de trabajos científicos se haya convertido en una práctica corriente para toda la comunidad científica internacional.

9.1 Publicación electrónica de los documentos LaTeX

Los documentos LaTeX se pueden aprovechar de diversas facilidades de publicación electrónica, entre las cuales destaca la introducción de enlaces electrónicos dentro del documento y entre documentos LaTeX que han sido almacenados incluso en diferentes nodos de la red global de ordenadores; la publicación de una réplica electrónica del documento LaTeX compuesto sin pérdida alguna de calidad tipográfica; y la inclusión dentro de la publicación electrónica de todas las pólizas de caracteres necesarias para poder visualizar e imprimir el documento en cualquier ordenador y en cualquier impresora.

El paquete de definiciones hyperref permite incluir enlaces electrónicos dentro de un documento LaTeX. Es preciso activarlo inmediatamente antes de la macro `\begin{document}`, es decir, como el último de los paquetes de definiciones activados, dado que este paquete redefine diversas macros estándares del LaTeX, y permite la introducción de diferentes enlaces electrónicos de manera automática.

Los enlaces electrónicos que se introducen de manera automática mediante la activación del paquete de definiciones hyperref son los siguientes:

- Enlaces electrónicos entre las referencias cruzadas que han sido incluidas en el documento LaTeX mediante macros `\label`, `\ref` y `\pageref`, en particular entre las etiquetas de las figuras y de las tablas y las referencias correspondientes.

- Enlaces electrónicos entre las notas a pie de página que han sido incluidas en el documento LaTeX mediante macros `\footnote` y las referencias correspondientes.
- Enlaces electrónicos entre el índice que ha sido compuesto con la macro `\tableofcontents` y las divisiones en partes, en capítulos y en apartados que han sido introducidas mediante macros `\part`, `\chapter`, `\section`, `\subsection`, `\subsubsection`, `\paragraph` y `\subparagraph`.
- Enlaces electrónicos entre las citaciones bibliográficas que han sido introducidas mediante macros `\cite` y las referencias bibliográficas correspondientes, tanto si han sido incluidas en el documento LaTeX mediante macros `\bibitem` como si han sido generadas mediante el programa BibTeX.
- Enlaces electrónicos entre las entradas del índice alfabético que ha sido compuesto mediante el programa *MakeIndex* y los conceptos que han sido especificados mediante macros `\index`.

Además, el paquete de definiciones hyperref permite incluir enlaces electrónicos adicionales dentro de un documento LaTeX, para lo que permite definir cualquier parte del documento LaTeX como destinación (*anchor*, en inglés) posible de los enlaces electrónicos. Además, permite incluir enlaces electrónicos externos al documento LaTeX, es decir, enlaces electrónicos a otros documentos LaTeX en la red Internet. La macro

`\hyperlink{`*destinación*`}{`*texto*`}`

compone el segundo argumento *texto* e introduce un enlace electrónico a la *destinación* especificada como primer argumento. Los traductores gráficos de pantalla enfatizan el argumento *text* en la pantalla del ordenador, normalmente subrayándolo o componiéndolo en un color diferente, para indicar que se trata de un enlace electrónico, y permiten acceder a éste directamente, mediante un clic con el ratón sobre el *texto* enfatizado.

Las destinaciones de los enlaces electrónicos se especifican mediante la macro

`\hypertarget{`*nombre*`}{`*texto*`}`

que compone el argumento *texto* e introduce la destinación *nombre* para los enlaces electrónicos, que tienen que incluir *nombre* como argumento *destinación* de las macros `\hyperlink` correspondientes:

Algoritmo de Euclides Sucesión de divisiones enteras que conducen a la determinación del *máximo común divisor* de dos números enteros.

⋮

El máximo común divisor es el más grande de los números que dividen exactamente dos o más números.

```
\begin{definition} [Algoritmo de Euclides]
Sucesión de divisiones enteras que
conducen a la determinación del
\hyperlink{mcd}{máximo común divisor}
de dos números enteros.
\end{definition}
...
El \hypertarget{mcd}{máximo común divisor}
es el más grande de los números que
dividen exactamente dos o más números.
```

Los enlaces electrónicos a otros documentos que han sido publicados en la red Internet se introducen mediante la macro

`\href{`*dirección*`}{`*texto*`}`

que compone el segundo argumento *texto* e introduce un enlace electrónico al documento LaTeX que ha sido publicado o almacenado en la dirección electrónica *dirección* especificada como primer argumento. El argumento *dirección* se tiene que escribir en el formato URL (*Uniform Resource Locator*), que es el formato de direcciones estándares usado dentro de la *World-Wide Web*. En el caso de los documentos LaTeX compuestos con enlaces electrónicos, estas direcciones son de la forma

`http://`*dominio*`/`*directorio*`/`*fichero*`.dvi`

pero se puede especificar la dirección electrónica de cualquier documento como argumento *dirección* de una macro `\href`. Por ejemplo, la dirección electrónica

`http://xxx.lanl.gov/hypertex/`

almacena la documentación del proyecto *HyperTeX*, del cual deriva el paquete de definiciones hyperref, en el formato HTML.

Dentro del argumento *dirección* de una macro `\href`, los caracteres especiales #, ˜ y % se tienen que escribir mediante las macros estándares `\#`, `\~` y `\%`, respectivamente.

Los documentos LaTeX compuestos que contienen enlaces electrónicos se pueden visualizar e imprimir de la misma manera que cualquier documento LaTeX compuesto. Para poder *navegar* dentro de un documento electrónico, sin embargo, es preciso usar un traductor gráfico de pantalla que permita recorrer los enlaces electrónicos del documento mediante un clic con el ratón en la pantalla del ordenador, cosa que se puede conseguir de tres maneras diferentes: se puede visualizar directamente el documento LaTeX compuesto; se lo puede visualizar traducido al formato PostScript; y se puede visualizar el documento LaTeX compuesto y traducido al formato PDF.

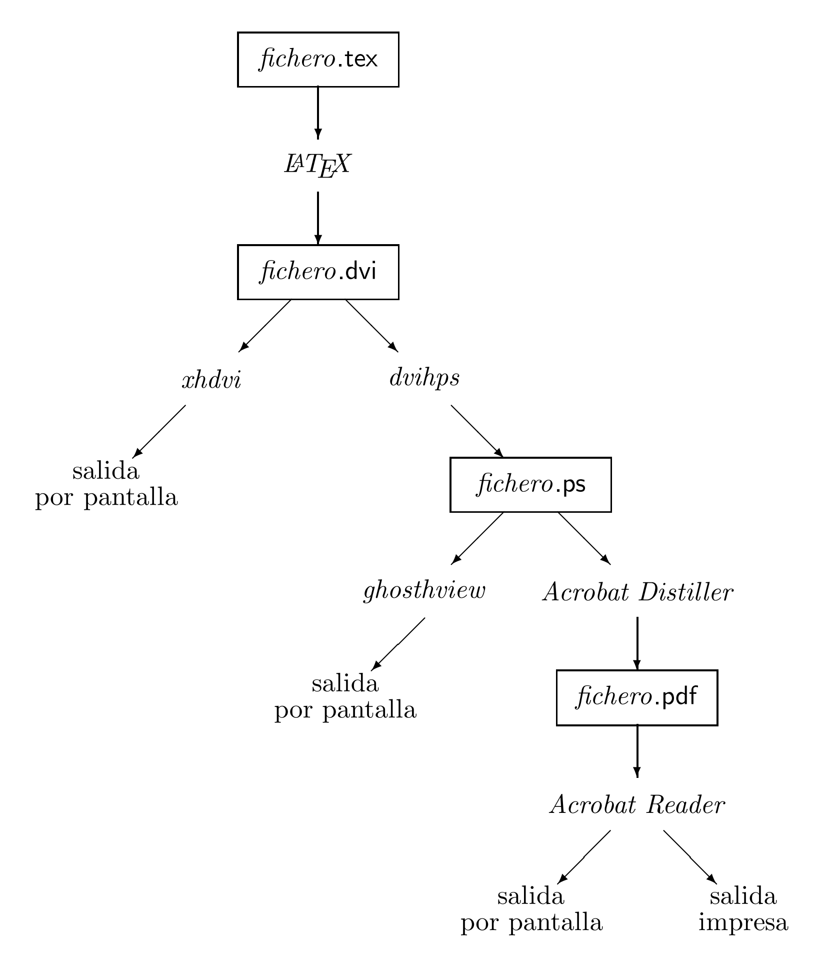
Actualmente, los traductores gráficos de pantalla que permiten recorrer los enlaces electrónicos de los documentos TeX y LaTeX son los siguientes: *xhdvi*, para los ordenadores con sistema operativo UNIX; los traductores gráficos de pantalla incluidos en los sistemas *DirectTeXpro*, *OzTeX* y *Textures*, para los ordenadores Macintosh; *Y&Y DVIWindo*, para los ordenadores IBM PC compatibles; y *HyperTeXview*, para los ordenadores Next. Por otra parte, los traductores gráficos de impresora que ponen la información necesaria dentro del fichero en formato PostScript para que los programas visualizadores de lenguaje PostScript y de lenguaje PDF permitan recorrer los enlaces electrónicos son los siguientes: *dvihps*, para los ordenadores con sistema operativo UNIX; y los traductores gráficos de impresora incluidos en los sistemas *DirectTeXpro* y *OzTeX*, para los ordenadores Macintosh.

Además, el programa *ghosthview* es una extensión del visualizador de lenguaje PostScript *ghostscript* que permite recorrer los enlaces electrónicos de los documentos LaTeX, una vez han sido traducidos al formato PostScript mediante alguno de los traductores gráficos de impresora mencionados antes.

En cuanto a la visualización de los documentos LaTeX compuestos y traducidos al formato PDF, el programa *Acrobat Distiller* permite traducir al formato PDF cualquier fichero PostScript que haya sido generado mediante alguno de los traductores gráficos de impresora mencionados antes, mientras que los programas *Acrobat Reader* y *Acrobat Exchange* permiten visualizar el documento en formato PDF y recorrer los enlaces electrónicos que hayan sido introducidos, a la vez que permite imprimir el documento LaTeX compuesto en cualquier impresora, no necesariamente en una impresora láser.

Tanto el programa *Acrobat Distiller* como los programas *Acrobat Reader* y *Acrobat Exchange* están disponibles para los ordenadores con sistema operativo UNIX, para los ordenadores IBM PC compatibles y para los ordenadores Macintosh, pero el programa *Acrobat Distiller* es un producto comercial de la empresa Adobe Systems. Todos los otros programas mencionados antes son o bien de dominio público o bien *shareware* y se encuentran en la CTAN (véase el apéndice C), a excepción de los programas *Acrobat Reader* y *Acrobat Exchange*, que se encuentran en la dirección `http://www.adobe.com/` de la *World-Wide Web*.

El proceso de composición, visualización e impresión de un documento LaTeX que contiene enlaces electrónicos se puede resumir en el diagrama siguiente:



9.2 Editoriales y revistas científicas en la red Internet

La lista siguiente recoge algunas de las editoriales científicas y las asociaciones profesionales que aceptan originales electrónicos compuestos con el sistema LaTeX para sus publicaciones periódicas, como también para sus colecciones de libros de texto.

La lista recoge también algunas de las publicaciones científicas periódicas que aceptan originales electrónicos compuestos con el sistema LaTeX y que hacen una publicación electrónica en la red global de ordenadores. Las áreas o disciplinas científicas de estas publicaciones son muy diversas, a pesar que las más frecuentes son las matemáticas, la informática y la física.

En la dirección `http://www-lsi.upc.es/~valiente/journals.html` de la *World-Wide Web* hay una versión electrónica de esta lista, que incluye enlaces electrónicos para acceder directamente a las páginas de información de las editoriales y de las revistas mediante el protocolo de comunicaciones HTTP, es decir, mediante un programa visualizador de lenguaje HTML, como por ejemplo el *Mosaic* o el *NetScape*.

Academia Scientiarum Fennica

- Annales Academiæ Scientiarum Fennicæ

Academic Press

- Analytical Biochemistry
- J. of Approximation Theory

American Astronomical Society

- Astrophysical J.
- Astrophysical J. Supplement
- Astrophysical J. Letters
- Astronomical J.

American Institute of Physics

- The J. of the Acoustical Society of America

American Mathematical Society

- Bulletin of the American Mathematical Society
- Electronic Research Announcements of the American Mathematical Society
- J. of the American Mathematical Society
- Mathematics of Computation
- Notices of the American Mathematical Society
- Proc. of the American Mathematical Society
- Trans. of the American Mathematical Society

American Physical Society

- Physical Review A
- Physical Review B
- Physical Review C
- Physical Review D
- Physical Review E
- Physical Review Letters
- Reviews of Modern Physics

Association for Computing Machinery

- ACM Trans. on Mathematical Software
- Comm. of the ACM
- J. of the ACM
- IEEE/ACM Trans. on Networking
- J. of Experimental Algorithmics
- Trans. on Computer Systems
- Trans. on Computer-Human Interaction
- Trans. on Design Automation of Electronic Systems
- Trans. on Graphics
- Trans. on Information Systems
- Trans. on Mathematical Software
- Trans. on Modeling and Computer Simulation
- Trans. on Prog. Languages and Systems

Birkhäuser Verlag

- Æquationes Mathematicæ
- Algebra Universalis
- Aquatic Sciences
- Archiv der Mathematic
- Botanica Helvetica
- Chemoecology
- Circuits, Signals, and Signal Processing
- Commentarii Mathematici Helvetici
- Computational and Applied Mathematics
- Computational Complexity
- Eclogæ Geologicæ Helvetiæ
- Elemente der Mathematik
- Experimentia
- Fresenius Environmental Bulletin
- Geometric and Functional Analysis
- Helvetica Physica Acta
- Inflammation Research
- Insectes Sociaux
- Integral Equations and Operator Theory
- J. of Evolutionary Biology
- J. of Geometry
- J. of Mathematical Systems, Estimation, and Control
- MapleTech
- Medical Microbiology Letters
- Medicine
- Nonlinear Differential Equations and Applications
- NTM
- Pure and Applied Geophysics
- Resultate der Mathematik
- Selecta Mathematica, New Series
- Sozial- und Präventivmedizin
- Zeitschrift für angewandte Mathematik und Physik

Blackwell Publishers

- Computer Graphics Forum

Cameron University, Oklahoma

- Southwest J. of Pure and Applied Mathematics

Chapman & Hall

- Optical and Quantum Electronics

Computer Society of South Africa

- The South African Computer J.

Deutsche Mathematiker-Vereinigung

- Documenta Mathematica

Elsevier Science

- Artificial Intelligence
- Discrete Applied Mathematics
- Discrete Mathematics
- Electronic Notes in Theoretical Computer Science
- Linear Algebra and its Applications
- New Astronomy
- Theoretical Computer Science

Heldermann Verlag Berlin

- Beiträge zur Algebra und Geometrie
- J. of Lie Theory

Institute of Electrical and Electronics Engineers

- Computer
- IEEE Annals of the History of Computing
- IEEE Computational Science & Engineering
- IEEE Computer Graphics and Applications
- IEEE Design & Test of Computers
- IEEE Electron Device Letters
- IEEE Expert
- IEEE J. on Selected Areas in Communications
- IEEE J. on Selected Topics in Quantum Electronics
- IEEE J. of Microelectromechanical Systems
- IEEE J. of Quantum Electronics
- IEEE J. of Solid-State Circuits
- IEEE Micro
- IEEE Microwave and Guided Wave Letters
- IEEE MultiMedia
- IEEE Parallel & Distributed Technology
- IEEE Photonics Technology Letters
- IEEE Signal Processing Letters
- IEEE Software
- IEEE Trans. on Automatic Control
- IEEE Trans. on Antennas and Propagation
- IEEE Trans. on Applied Superconductivity
- IEEE Trans. on Biomedical Engineering

- IEEE Trans. on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems
- IEEE Trans. on Communications
- IEEE Trans. on Components, Packaging, and Manufacturing Technology Part A
- IEEE Trans. on Components, Packaging, and Manufacturing Technology Part B
- IEEE Trans. on Components, Packaging, and Manufacturing Technology Part C
- IEEE Trans. on Circuits and Systems I: Fundamental Theory and Applications
- IEEE Trans. on Circuits and Systems II: Analog and Digital Signal Processing
- IEEE Trans. on Control Systems Technology
- IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology
- IEEE Trans. on Education
- IEEE Trans. on Electron Devices
- IEEE Trans. on Engineering Management
- IEEE Trans. on Electromagnetic Compatibility
- IEEE Trans. on Fuzzy Systems
- IEEE Trans. on Geoscience and Remote Sensing
- IEEE Trans. on Industry Applications
- IEEE Trans. on Industrial Electronics
- IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement
- IEEE Trans. on Image Processing
- IEEE Trans. on Information Theory
- IEEE Trans. on Magnetics
- IEEE Trans. on Mechatronics
- IEEE Trans. on Medical Imaging
- IEEE Trans. on Microwave Theory and Techniques
- IEEE Trans. on Neural Networks
- IEEE Trans. on Nuclear Science
- IEEE Trans. on Oceanic Engineering
- IEEE Trans. on Professional Communication
- IEEE Trans. on Power Electronics
- IEEE Trans. on Plasma Science
- IEEE Trans. on Robotics and Automation
- IEEE Trans. on Rehabilitation Engineering
- IEEE Trans. on Speech and Audio Processing
- IEEE Trans. on Semiconductor Manufacturing
- IEEE Trans. on Systems, Man, and Cybernetics Part A: Systems and Humans
- IEEE Trans. on Systems, Man, and Cybernetics Part B: Cybernetics
- IEEE Trans. on Signal Processing
- IEEE Trans. on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control
- IEEE Trans. on Very Large Scale Integration (VLSI) Systems
- IEEE Trans. on Computers

- IEEE Trans. on Knowledge & Data Engineering
- IEEE Trans. on Parallel & Distributed Systems
- IEEE Trans. on Pattern Analysis & Machine Intelligence
- IEEE Trans. on Software Engineering
- IEEE Trans. on VLSI Systems
- IEEE Trans. on Visualization & Computer Graphics
- IEEE/ACM Trans. on Networking
- IEEE/OSA J. of Lightwave Technology
- Proceedings of the IEEE

Institute of Physics Publishing

- Bioimaging
- Classical and Quantum Gravity
- Distributed Systems Engineering
- European J. of Physics
- High Performance Polymers
- Inverse Problems
- J. of Micromechanics and Microengineering
- J. of Physics A: Mathematical and General
- J. of Physics B: Atomic, Molecular and Optical Physics
- J. of Physics: Condensed Matter
- J. of Physics D: Applied Physics
- J. of Physics G: Nuclear and Particle Physics
- J. of Radiological Protection
- Measurement Science and Technology
- Modelling and Simulation in Materials Science and Engineering
- Nanotechnology
- Network: Computation in Neural Systems
- Nonlinearity
- Physics Education
- Physics in Medicine and Biology
- Physiological Measurement
- Plasma Physics and Controlled Fusion
- Plasma Sources Science and Technology
- Public Understanding of Science
- Pure and Applied Optics
- Quantum and Semiclassical Optics
- Reports on Progress in Physics
- Semiconductor Science and Technology
- Smart Materials and Structures
- Superconductor Science and Technology
- Waves in Random Media

IOS Press

- AI Communications
- Asymptotic Analysis
- BioFactors
- Bio-Medical Materials and Engineering
- Chinese Science Bulletin (Kexue Tongbao)
- Education for Information
- Environmental Policy and Law
- Fundamenta Informaticæ
- Human Systems Management
- Information and Systems Engineering
- Information Infrastructure and Policy
- Information Services and Use
- Information Technology for Development
- Int. J. of Applied Electromagnetics and Mechanics
- Int. J. of Risk and Safety in Medicine
- J. of Computer Security
- J. of Economic and Social Measurement
- J. of Environmental Sciences
- J. of High Speed Networks
- Pharmacotherapy
- Reviews in Toxicology
- Space Communications
- Spectroscopy: An Int. J.
- Statistical J. of the United Nations Economic Commission for Europe
- Technology and Health Care

Kent State University

- Electronic Trans. on Numerical Analysis

Kluwer Academic Publishers

- Acta Applicandae Mathematicae
- Adsorption
- Analog Integrated Circuits and Signal Processing
- Applied Cardiopulmonary Pathophysiology
- Applied Categorical Structures
- Applied Composite Materials
- Applied Intelligence
- Applied Scientific Research
- Aquatic Geochemistry
- Archives of Suicide Research
- Astrophysics and Space Science
- Automated Software Engineering
- Autonomous Robots
- Biodegradation
- Biogeochemistry
- Bioseparation
- Biotherapy
- Boundary-Layer Meteorology
- Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy
- Climatic Change

- Compositio Mathematica
- Computational Economics
- Computational Optimization and Applications
- Computers and the Humanities
- Crime, Law and Social Change
- Cytotechnology
- Design Automation for Embedded Systems
- Designs, Codes and Cryptography
- Discrete Event Dynamic Systems
- Distributed and Parallel Databases
- Documenta Ophthalmologica
- Dynamics and Control
- Earth, Moon and Planets
- Economics of Planning
- Educational Studies in Mathematics
- Empirica
- Entomologia Experimentalis et Applicata
- Environmental Monitoring and Assessment
- Euphytica
- European J. of Health Law
- European J. of Population
- Experimental Astronomy
- Financial Engineering and the Japanese Markets
- Formal Methods in System Design
- Gazette
- Genetic Resources and Crop Evolution
- Genetica
- Geology and Mining (Geologie en Mijnbouw)
- Geometriae Dedicata
- Geriatric Nephrology and Urology
- Hydrobiologia
- Instructional Science
- Interface Science
- Int. J. of Clinical Monitoring and Computing
- Int. J. of Computer Vision
- Int. J. of Fracture
- Int. J. of General and Molecular Microbiology
- Int. J. of Salt Lake Research
- Int. J. of Value-Based Management
- Int. J. on Group Rights
- Int. Ophthalmology
- J. for General Philosophy of Science
- J. of Algebraic Combinatorics
- J. of Applied Phycology
- J. of Aquatic Ecosystem Health
- J. of Atmospheric Chemistry
- J. of Automated Reasoning
- J. of Biological Physics
- J. of Elasticity

- J. of Electronic Testing
- J. of Engineering Mathematics
- J. of Global Optimization
- J. of Inclusion Phenomena and Molecular Recognition in Chemistry
- J. of Intelligent Information Systems
- J. of Logic, Language and Information
- J. of Mathematical Imaging and Vision
- J. of Paleolimnology
- J. of Sol-Gel Science and Technology
- J. of Systems Integration
- J. of VLSI Signal Processing, The
- K-Theory
- Letters in Mathematical Physics
- Lifetime Data Analysis
- LISP and Symbolic Computation
- Machine Learning
- Machine Translation
- Man and World
- Meccanica
- Medical Progress Through Technology
- Molecular Biology Reports
- Multidimensional Systems and Signal Processing
- Multimedia Tools and Applications
- Mycopathologia
- Natural Hazards
- New Forests
- Nonlinear Dynamics
- Nutrient Cycling in Agroecosystems
- Origins of Life and Evolution of the Biosphere
- Philosophical Studies
- Photosynthesis Research
- Plant and Soil
- Plant Cell, Tissue and Organ Culture
- Plant Growth Regulation
- Potential Analysis
- Real-Time Systems
- Review of Industrial Organization
- Set-Valued Analysis
- Social Indicators Research
- Solar Physics
- Studies in East European Thought
- Surveys in Geophysics
- Systematic Parasitology
- The EDI Law Review
- The Int. J. of Cardiac Imaging
- The J. of Supercomputing
- Transport in Porous Media
- User Modeling and User-Adapted Interaction
- Vegetatio
- Water Resources Management
- Water, Air and Soil Pollution

Masaryk University, Czech Republic

- Archivum Mathematikum

Morgan Kaufmann

- J. of Artificial Intelligence Research

Optical Society of America

- Applied Optics
- J. of the Optical Society of America A
- J. of the Optical Society of America B
- Optics Letters
- J. of Lightwave Technology
- Chinese J. of Lasers B
- J. of Optical Technology
- Optics & Spectroscopy

Oxford University Press

- The Computer J.

Royal Astronomical Society

- Monthly Notices of the Royal Astronomical Society

Sociedad Colombiana de Matemáticas

- Revista Colombiana de Matemáticas

Societat Catalana de Matemàtiques

- SCM/Notícies

Société de Mathématiques Appliquées et Industrielles

- ESAIM: Control, Optimisation and Calculus of Variations
- ESAIM: Probability and Statistics
- ESAIM: Proc.

Society for Industrial and Applied Mathematics

- SIAM J. on Applied Mathematics
- SIAM J. on Computing
- SIAM J. on Control and Optimization
- SIAM J. on Discrete Mathematics
- SIAM J. on Mathematical Analysis
- SIAM J. on Matrix Analysis and Applications
- SIAM J. on Numerical Analysis
- SIAM J. on Optimization
- SIAM J. on Scientific Computing
- SIAM Review

Springer-Verlag

- Constructive Approximation
- Few-Body Systems Electronic
- Informatik—Forschung und Entwicklung
- J. of Nonlinear Science
- J. of Universal Computer Science
- J. of Very Large Databases
- Numerische Mathematik Electronic Edition
- Semigroup Forum

TeX Users Group

- TeX and TUG News
- TUGboat

The International Linear Algebra Society

- Electronic J. of Linear Algebra

Universidad Nacional Autónoma de México

- Revista Electrónica del Departamento de Matemáticas

University at Albany, State University of New York

- New York J. of Mathematics

Univerzita Komenskeho, Bratislava

- Acta Mathematica Universitatis Comenianæ

The Johns Hopkins University Press

- American J. of Mathematics

The MIT Press

- Artificial Life
- Computational Linguistics
- Evolutionary Computation
- J. of Functional and Logic Prog.
- Neural Computation
- The Chicago J. of Theoretical Computer Science
- The Int. J. of Robotics Research

John Wiley & Sons

- Comm. in Numerical Methods in Engineering
- Electronic Publishing: Origination, Dissemination and Design
- J. of Combinatorial designs
- J. of Graph Theory
- Int. J. for Numerical Methods in Engineering
- Naval Research Logistics
- Numerical Methods for Partial Differential Equations
- Random Strucrures and Algorithms
- Theory and Practice of Object Systems

World Scientific

- Int. J. of Cooperative Information Systems
- Int. J. of Foundations of Computer Science
- Int. J. of High Speed Computing
- Int. J. of High Speed Electronics and Systems
- Int. J. of Information Technology
- Int. J. of Modern Physics A: High Energy Physics
- Int. J. of Modern Physics B: Condensed Matter Physics
- Int. J. of Modern Physics C: Computational Physics

- Int. J. of Modern Physics D: Astrophysics
- Int. J. of Modern Physics E: Nuclear Physics
- Int. J. of Reliability, Quality and Safety Engineering
- Int. J. of Shape Modeling
- Int. J. of Software Engineering and Knowledge Engineering
- Int. J. of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems
- Int. J. on Artificial Intelligence Tools
- J. of Circuits, Systems and Computers
- J. of Computational Acoustics
- J. of Knot Theory and its Ramifications
- Mathematical Models and Methods in Applied Sciences
- Modern Physics Letters A: High Energy Physics
- Modern Physics Letters B: Condensed Matter Physics
- Parallel Processing Letters

Otras

- BIT
- Electronic J. of Combinatorics
- Electronic J. of Differential Equations
- Electronic J. of Probability
- Electronic Comm. in Probability
- Theory and Applications of Categories
- Reliable Computing

Apéndice A

Las clases estándares de documentos LaTeX

Los trabajos científicos son informes escritos y publicados donde se describen resultados originales de investigación, según se explica en el apartado 1.2. Las necesidades de composición de textos de los profesores y los investigadores son mucho más diversas, sin embargo, como se desprende de los ejemplos del capítulo 0. Se puede bien decir que los profesores y los investigadores reparten su tiempo y sus energías entre la docencia, la investigación y la gestión, en proporciones que varían según factores tales como la edad, la categoría académica y el entorno laboral.

El LaTeX pretende dar un soporte integral a casi todas las necesidades de composición de textos de los profesores y los investigadores. Las clases estándares de documentos LaTeX cubren las principales necesidades: las clases article, report y book permiten componer artículos de revista, comunicaciones a congresos, tesis doctorales y de licenciatura, reportes técnicos y de investigación, apuntes de asignaturas y libros, mientras que la clase letter permite escribir cartas y la clase slides permite componer transparencias de retroproyección a partir de los escritos comentados antes, por ejemplo para presentar un trabajo científico en un congreso o para dar una clase.

Las clases estándares **article**, **report** y **book**

Los diferentes escritos que se pueden componer como documentos LaTeX varían en su organización. A diferencia de los artículos de revista, las comunicaciones a congresos, las tesis doctorales y de licenciatura, los reportes técnicos y de investigación y los apuntes de asignaturas, los libros suelen incluir diversos materiales preliminares, entre los cuales destacan la anteportada, el frontispicio, la portada, la página de créditos, la dedicatoria, el índice o sumario, los índices de figuras y de tablas, el prólogo, el prefacio y los agradecimientos, como también los materiales finales, entre los cuales destacan la bibliografía o la lista de referencias bibliográficas y el índice alfabético. Con todo, algunos de estos elementos organizativos están presentes también en los

otros tipos de escritos, sobre todo la portada y la lista de referencias bibliográficas.

La editorial que publica un trabajo es normalmente la encargada de componer algunos de los materiales preliminares, por lo que las clases estándares de documentos LATEX sólo dan un soporte básico. Tanto la anteportada como el frontispicio, la página de créditos, la dedicatoria, el prólogo, el prefacio y los agradecimientos se pueden componer como capítulos no enumerados, mediante la macro `\chapter*`. El índice se compone mediante la macro `\tableofcontents` (véase el apartado 3.3), el índice de figuras se compone mediante la macro `\listoffigures` (véase el apartado 6.1) y el índice de tablas se compone mediante la macro `\listoftables` (véase el apartado 6.2). En el capítulo 7 se explica como componer la bibliografía o la lista de referencias bibliográficas. La composición del índice alfabético se explica en el capítulo 8.

Estos elementos organizativos se pueden integrar en un documento LATEX de clase `book` mediante las macros `\frontmatter`, `\mainmatter` y `\backmatter`. La macro

```
\frontmatter
```

fija la numeración de las páginas con números romanos en minúscula para componer los materiales preliminares del libro, mientras que la macro

```
\mainmatter
```

vuelve a fijar la numeración estándar de las páginas, con números arábigos, para componer el cuerpo del libro. La macro

```
\backmatter
```

también fija la numeración de las páginas con números arábigos, para componer los materiales finales del libro. Además, en los materiales preliminares (es decir, entre las macros `\frontmatter` y `\mainmatter`) y en los materiales finales (es decir, entre las macros `\backmatter` y `\end{document}`), las macros de división en capítulos `\chapter` componen los títulos de capítulo sin numeración, pero generan una entrada en el índice del libro, con lo que basta escribir

```
\chapter{Prefacio}
```

en lugar de

```
\addcontentsline{toc}{chapter}{Prefacio}
\chapter*{Prefacio}
```

per comenzar a escribir el prefacio del libro.

En cuanto a la portada, los artículos de revista y las comunicaciones a congresos suelen incluir el título, los autores y las direcciones y la fecha directamente al comienzo del documento, en la primera página, mientras que las tesis doctorales y de licenciatura, los reportes técnicos y de investigación, los apuntes de asignaturas y los libros los suelen incluir en una portada, en una página aparte.

La macro

`\title{`*texto*`}`

especifica la composición de *texto* como título del trabajo. A pesar que el LaTeX compone normalmente el título en un párrafo aparte, centrado entre los márgenes izquierdo y derecho, se pueden introducir macros explícitas de división de línea `\\` dentro del argumento *texto*.

La macro

`\author{`*autor* `\and` ··· `\and` *autor*`}`

especifica la composición del argumento o de los argumentos *autor* como nombres y apellidos del autor o los autores del trabajo. Se pueden incluir también los nombres de las instituciones donde trabajan los autores y sus direcciones, tanto postales como electrónicas, introduciendo macros explícitas de división de línea.

Las direcciones electrónicas se suelen componer con familia mecanográfica, es decir, como argumentos de macros `\texttt` o dentro del ámbito de declaraciones `\ttfamily`. En cualquier caso, el LaTeX compone normalmente los nombres y las direcciones de los autores en un párrafo aparte, centrado entre los márgenes izquierdo y derecho y en varias columnas, una para cada autor del trabajo, salvo que las columnas resulten demasiado anchas para caber todas dentro de la anchura de la caja. En este caso, el LaTeX compone los datos de cada autor en un párrafo aparte.

La macro

`\date{`*texto*`}`

especifica la composición del argumento *texto* como la fecha en que se ha escrito o en que se ha publicado el trabajo. Si se omite esta macro, el LaTeX incluye la fecha en que se procesa el documento, lo que es equivalente a poner la macro `\today` como argumento de la macro `\date`. En este caso, para que la fecha sea compuesta en el formato correcto, por ejemplo en castellano, es preciso activar la opción spanish del paquete de definiciones babel (véase el apartado 4.4).

Por ello, para evitar componer la fecha en que se ha escrito, publicado o procesado el documento LaTeX es preciso escribir la macro `\date{}`, es decir, con el argumento *text* vacío o en blanco.

Los argumentos de las macros `\title`, `\author` y `\date` pueden incluir la macro

`\thanks{`*texto*`}`

para introducir *texto* como agradecimientos o como direcciones de los autores, que se componen en notas a pie de página.

La macro

`\maketitle`

compone el título y los autores que han sido especificados mediante las macros `\author` y `\title`, además de la fecha del documento LaTeX. Ejemplos:

Ortotipografia. Manual de l'autor,
l'autoeditor i el dissenyador gràfic

Josep M. Pujol Joan Solà

Gener de 1995

```
\title{Ortotipografia. Manual de l'autor,
l'autoeditor i el dissenyador gràfic}
\author{Josep~M. Pujol \and Joan Solà}
\date{Gener de 1995}
```

Ortotipografia. Manual de l'autor, l'autoeditor i el dissenyador gràfic

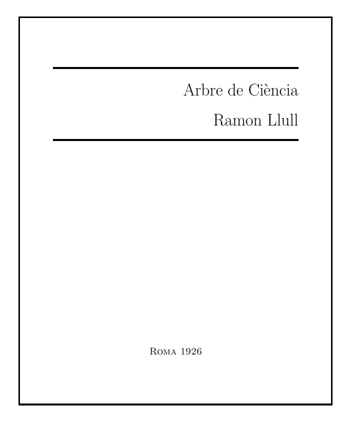
Josep M. Pujol
Departament de Filologia Catalana
Universitat Rovira i Virgili

Joan Solà
Departament de Filologia Catalana
Universitat de Barcelona

Gener de 1995

```
\title{Ortotipografia. Manual de l'autor,
l'autoeditor i el dissenyador gràfic}
\author{Josep~M. Pujol \\
Departament de Filologia Catalana \\
Universitat Rovira i Virgili
\and
Joan Solà \\
Departament de Filologia Catalana \\
Universitat de Barcelona}
\date{Gener de 1995}
```

El entorno titlepage permite componer el título, los autores y las direcciones y la fecha del documento LaTeX dentro de una portada, en una página aparte, pero prescindiendo de las macros `\title`, `\author`, `\date` y `\maketitle`. Este entorno simplemente compone una página con la cabecera y el pie en blanco.




```
\newcommand{\HRule}{\rule{\linewidth}{1mm}}
\begin{titlepage}
\setlength{\parindent}{0pt}
\setlength{\parskip}{0pt}
\vspace*{\stretch{1}}
\HRule
\begin{flushright}
\Huge Arbre de Ciència \\[5mm]
      Ramon Llull
\end{flushright}
\HRule
\vspace*{\stretch{2}}
\begin{center}
\Large \textsc{Roma 1296}
\end{center}
\end{titlepage}
```

El entorno abstract permite componer el resumen de un documento de clase article o de clase report, que es una versión reducida de todo el documento, según se explica en el apartado 1.3. El resumen de los documentos de clase article se compone en una serie de párrafos aparte, centrados y con una separación adicional respecto a los márgenes izquierdo y derecho, mientras que el resumen de los documentos de clase report y el resumen de los documentos de clase article con la opción titlepage se componen en una página aparte, también centrados y con una separación adicional respecto a los márgenes izquierdo y derecho.

Es preciso activar la opción spanish del paquete de definiciones babel para que el resumen sea encabezado por la traducción castellana **Resumen**, en lugar del nombre inglés **Abstract** (véase el apartado 4.4), como se puede ver en el extracto siguiente de Mestres i Serra, J. M. (1990), A l'entorn de la ela geminada, part 1 (*Escola Catalana*, 2(66):7–8).

Resum

La grafia normativa de la ela geminada, acceptada a contracor per Pompeu Fabra, no ha acabat de trobar una representació uniforme. Aquest article n'explica l'origen y los problemes que té actualment.

No sé si mai us heu preguntat com és que el català és l'única llengua al món que fa servir el signe *l.l* per representar gràficament un so determinat ...

```
\begin{abstract}
La grafia normativa de la ela geminada,
acceptada a contracor per Pompeu Fabra,
no ha acabat de trobar una representació
uniforme. Aquest article n'explica
l'origen y los problemes que té
actualment.
\end{abstract}
No sé si mai us heu preguntat com és que el
català és l'única llengua al món que fa
servir el signe \emph{l.l} per representar
gràficament un so determinat\ldots
```

Dado que los libros nunca incluyen un resumen dentro de los materiales preliminares, la clase estándar book de documentos LATEX no admite el entorno abstract.

Las opciones onecolumn y twocolumn de las clases estándares article, report y book especifican la composición del documento en una o en dos columnas, donde onecolumn es la opción por defecto. La macro

```
\twocolumn
```

introduce una división de página y compone el resto del documento en dos columnas, hasta el final del documento o hasta la próxima macro

```
\onecolumn
```

que introduce también una división de página y compone el resto del documento en una única columna.

Normalmente, sin embargo, no se quiere introducir ninguna división de página sino que se quiere componer una parte del documento en dos columnas. El paquete de definiciones multicol permite componer diferentes partes del documento en una columna, en dos o en más columnas, mediante el entorno multicols. Este entorno admite un argumento, que especifica el número de columnas en que se tiene que componer la parte del documento incluida dentro del entorno.

El paquete de definiciones multicol permite componer una parte del documento en una columna, en dos o en más columnas, mediante el entorno multicols. Este entorno admite un argumento, que especifica el número de columnas en que se tiene que de componer la parte del documento incluida dentro del entorno.

```
\begin{multicols}{3}
\raggedright El paquete de
definiciones \textsf{multicol} permite
componer una parte del documento en una
columna, en dos o en más columnas,
mediante el entorno \textsf{multicols}.
Este entorno admite un argumento, que
especifica el número de columnas en que
se tiene que de componer la parte del
documento incluida dentro del entorno.
\end{multicols}
```

Se pueden incluir diversos entornos multicols en un documento LATEX, incluso cuando se componen dentro de una misma página del documento.

División de los documentos LaTeX

Los documentos LaTeX muy extensos, como por ejemplo un libro o una tesis doctoral o de licenciatura, pueden llegar a resultar poco manejables, incluso cuando se usan los programas editores de texto más sofisticados para escribirlos. El LaTeX, sin embargo, permite procesar un original electrónico que ha sido escrito en varios ficheros. El documento LaTeX compuesto que resulta es siempre idéntico al que se obtiene cuando todo el original electrónico se escribe en un único fichero de texto.

Hay dos maneras en que el LaTeX puede procesar un original electrónico que ha sido escrito en varios ficheros: mediante un proceso normal, es decir, como si se hubiese escrito todo el documento LaTeX en un único fichero, o bien mediante un proceso *incremental*, es decir, en que sólo se vuelven a procesar los ficheros que han sido modificados desde la última vez en que se ha procesado el documento LaTeX.

La primera modalidad corresponde a la macro `\input`, mientras que la segunda modalidad corresponde a las macros `\include` e `\includeonly`. La macro

`\input{`*nombre*`}`

en el preámbulo o bien en el cuerpo del documento LaTeX incluye el contenido del fichero *nombre*.tex en el lugar del documento LaTeX donde se ha escrito esta macro, pero sin modificar el original electrónico. Los ficheros incluidos de esta manera pueden contener otras macros `\input`, y así sucesivamente.

Además de permitir dividir los documentos LaTeX muy extensos en ficheros de tamaño más conveniente, la macro `\input` permite reutilizar una serie de definiciones, como por ejemplo las definiciones de macros y entornos adicionales que el autor usa con más frecuencia. En este caso, sólo es preciso poner todas estas definiciones en un fichero e incluir una macro `\input` con el nombre de este fichero como argumento dentro de todos los documentos LaTeX que usen las macros y los entornos adicionales.

El proceso incremental de un documento LaTeX, por otra parte, consiste en procesar sólo la parte del documento donde se han introducido cambios desde la última vez en que se ha procesado el documento. Estas partes del documento se tienen que almacenar en un fichero aparte, tienen que comenzar a inicio de página y tienen que acabar a final de página, es decir, la parte siguiente del documento tiene que comenzar a inicio de página, lo que es apropiado para el proceso incremental de, por ejemplo, los capítulos de un documento LaTeX de clase report o book. La macro

`\include{`*nombre*`}`

en el cuerpo de un documento LaTeX incluye el contenido del fichero *nombre*.tex en el lugar del documento LaTeX donde se ha escrito esta macro, igual que la macro `\input`, pero introduce una división de página delante y otra división de página detrás. La macro

`\includeonly{`*nombre*`, ... ,`*nombre*`}`

en el preámbulo del documento LaTeX especifica la composición incremental del documento, donde los argumentos *nombre* son los nombres de los ficheros que se han modificado desde la

última composición del documento LaTeX. Estos nombres se tienen que corresponder con los argumentos de las macros `\include` en el cuerpo del documento.

El LaTeX no vuelve a procesar los ficheros cuyos nombres son el argumento de alguna macro `\include` en el cuerpo de un documento LaTeX pero no figuran en el argumento de la macro `\includeonly` en el preámbulo del documento. Sin embargo, el LaTeX mantiene la numeración correcta de las páginas, los capítulos y apartados, las ecuaciones, las figuras, las tablas, etc., como también las referencias cruzadas. Por ejemplo, la macro

```
\includeonly{introducción}
```

en el preámbulo de un documento LaTeX cuyo cuerpo contiene las macros

```
\include{introducción}
\include{texto}
\include{matemáticas}
\include{conclusión}
```

especifica el proceso del fichero introducción.tex pero la composición de todo el documento LaTeX.

La macro `\includeonly{}`, con el argumento vacío, especifica la omisión del proceso de todos los ficheros cuyos nombres son el argumento de las macros `\include` en el cuerpo del documento.

La clase estándar letter

Hasta no hace muchos años, los profesores y los investigadores trabajaban solos y solamente se podían comunicar con otros colegas por carta, por teléfono, por fax o bien durante visitas personales y estancias conjuntas en congresos. Actualmente, sin embargo, la red global de ordenadores permite la comunicación electrónica instantánea y da soporte al trabajo y a la publicación conjunta mediante herramientas informáticas tales como la transferencia electrónica de ficheros —en particular, de documentos LaTeX— y el correo electrónico. Muchos profesores e investigadores no comienzan el día laboral sin antes haber abierto su buzón electrónico y lo suelen mantener abierto al largo de todo el día. Con todo, algunos profesores continúan usando los medios de comunicación más tradicionales.

El LaTeX también permite escribir cartas y etiquetas para la correspondencia impresa, mediante la clase estándar letter de documentos LaTeX. Un documento de clase letter puede incluir varias cartas, cada una de las cuales se compone mediante un entorno letter aparte. La macro

`\address{`*dirección*`}`

en el preámbulo del documento compone *dirección* como dirección del remitente en todas las cartas, mientras que esta macro dentro de un entorno letter, antes de la macro `\opening` que se describe más abajo, compone *dirección* como dirección del remitente de la carta correspondiente. De la misma manera, la macro

`\signature{`*nombre y apellidos*`}`

en el preámbulo del documento compone *nombre* como nombre y apellidos del remitente en todas las cartas, mientras que esta macro dentro de un entorno letter, antes de la macro `\opening` que se describe más abajo, lo compone sólo para la carta correspondiente. Se pueden introducir macros explícitas de división de línea `\\` dentro de los argumentos de las macros `\address` y `\signature`.

Berlín, 4, 7è 5a
08014 Barcelona

Oriol Bohigas
Arquitecto

```
\address{Berlín, 4, 7è 5a \\
  08014 Barcelona}
\signature{Oriol Bohigas \\ Arquitecto}
```

El entorno letter admite un parámetro que especifica el nombre y los apellidos y la dirección del destinatario de la carta. También se pueden introducir macros explícitas de división de línea `\\` dentro de este parámetro.

Francesc-Marc Àlvaro
Diari Avui
Consell de Cent, 425
08009 Barcelona

```
\begin{letter}{Francesc-Marc Àlvaro \\
  Diari Avui \\
  Consell de Cent, 425 \\
  08009 Barcelona}
```

Así, el esquema general de un documento de clase letter es el siguiente:

```
\documentclass[a4paper]{letter}
\address{dirección del remitente}
\signature{nombre y apellidos del remitente}
\begin{document}
\begin{letter}{destinatario}
      ⋮
\end{letter}
      ⋮
\begin{letter}{destinatario}
      ⋮
\end{letter}
\end{document}
```

Dentro de un entorno letter, la macro

```
\opening{apertura}
```

compone los datos del remitente de la carta que han sido especificados como parámetro de la macro `\address`, la fecha que ha sido especificada como parámetro de la macro `\date` o bien la fecha en que se procesa el documento, como también los datos del destinatario de la carta que han sido especificados como parámetro del entorno letter, además del texto *apertura* que encabeza el cuerpo de la carta.

Berlín, 4, 7è 5a
08014 Barcelona

20 de abril de 1999

Francesc-Marc Àlvaro
Diari Avui
Consell de Cent, 425
08009 Barcelona

Benvolgut amic,

Encara que sembli estrany, en aquesta lletra d'avui no parlarem d'arquitectura, un tema que per raons de formación y de profesión ens és habitual . . .

```
\address{Berlín, 4, 7è 5a \\
  08014 Barcelona}
\begin{letter}{Francesc-Marc Àlvaro \\
  Diari Avui \\
  Consell de Cent, 425 \\
  08009 Barcelona}
\opening{Benvolgut amic,}
Encara que sembli estrany, en aquesta
lletra d'avui no parlarem d'arquitectura,
un tema que per raons de formación y de
profesión ens és habitual\ldots
```

A fin que la fecha sea compuesta en el formato correcto, en castellano, por ejemplo, es preciso activar la opción spanish del paquete de definiciones babel, con lo que las macros `\cc` y `\encl` que se describen más abajo componen también las traducciones castellanas de *carbon copy* (copias a) y *enclosure* (Adjunto).

La macro

`\closing{`*cierre*`}`

compone el texto *cierre* y los datos del remitente de la carta que han sido especificados como parámetro de la macro `\signature`.

. . . Per això em sembla tan adequada la teva observación sobre el perill del renaixent prestigi de l'alternança, com un fi en si mateix.

Ben cordialment,

Oriol Bohigas
Arquitecte

```
\ldots Per això em sembla tan adequada la
teva observación sobre el perill del
renaixent prestigi de l'alternança, com
un fi en si mateix.
\closing{Ben cordialment,}
```

El cuerpo de una carta está delimitado por las macros `\opening` y `\closing` y puede incluir casi cualquier macro y cualquier entorno del LaTeX, salvo las macros de división en capítulos y apartados.

Además, entre la macro `\closing` y el final del entorno letter pueden haber las macros `\cc`, `\encl` y `\ps`. La macro `\cc` (*carbon copy*) compone su argumento como nombres y apellidos de los destinatarios de copias de la carta, mientras que la macro `\encl` (*enclosure*) compone su argumento como relación de la documentación adjunta a la carta. Se pueden introducir macros explícitas de división de línea `\\` dentro de los argumentos de las macros `\cc` y `\encl`.

Copias a: Vicent Sanchis
David Castillo

Adjunto: Carta con fecha 3 de junio de 1995
Carta con fecha 16 de junio de 1995
Carta con fecha 3 de marzo de 1996

```
\cc{Vicent Sanchis \\ David Castillo}
\encl{Carta con fecha 3 de junio
  de 1995 \\
  Carta con fecha
  16 de junio de 1995 \\
  Carta con fecha 3 de marzo de 1996}
```

La macro `\ps` (*postscriptum*) no admite ningún argumento pero indica que el resto de la carta es una postdata. Contrariamente a lo que se afirma en (Lamport, 1994, p. 86), sin embargo, el texto detrás de la macro `\ps` no se compone en ningún formato particular. Además, esta macro no introduce la abreviación P.S. Por ello, se puede prescindir de esta macro y escribir cualquier texto adicional de la carta inmediatamente detrás de las macros `\closing`, `\cc` o `\encl`.

La clase estándar letter de documentos LaTeX también permite componer etiquetas de correo, en un formato adecuado a su impresión o fotocopiado sobre etiquetas autoadhesivas. La macro

```
\makelabels
```

en el preámbulo del documento compone una lista de etiquetas de correo, a dos columnas, una por cada entorno letter en el documento LaTeX.

La clase estándar slides

El LaTeX permite componer documentos en un formato apropiado a su impresión o fotocopiado sobre transparencias de retroproyección, mediante la clase estándar slides de documentos LaTeX. Un documento de clase slides puede incluir toda una serie de transparencias de retroproyección, como por ejemplo para presentar un trabajo científico en un seminario o en un congreso o para presentar todo un tema de una asignatura en clase. Cada transparencia de retroproyección se compone mediante un entorno slide aparte.

Dentro de un entorno slide se puede incluir casi cualquier macro y cualquier entorno del LaTeX, salvo las macros de división en capítulos y apartados y de los entornos figure y table. Tampoco se pueden incluir macros explícitas de división de página, dado que una transparencia de retroproyección no puede exceder la longitud de una página del documento LaTeX.

Objetivo

Extender el enfoque algebraico de transformación de grafos, para poder tratar problemas de redundancia y subsumción en bases de conocimientos.

Aportaciones principales

- Enfoque algebraico a la transformación de grafos basado en hipergrafos de orden superior
- Álgebras parciales dentro del contexto de la transformación de grafos
- Caracterización general sintáctica de nociones intuitivas de redundancia y subsumción

1

```
\begin{slide}
\begin{center}
\textbf{Objetivo}
\end{center}
Extender el enfoque algebraico...
\begin{center}
\textbf{Aportaciones principales}
\end{center}
\begin{itemize}
\item Enfoque algebraico...
\item Álgebras parciales...
\item Caracterización general...
\end{itemize}
\end{slide}
```

El entorno overlay permite componer transparencias de retroproyección para poner encima de otras transparencias de retroproyección durante la presentación del trabajo. Este entorno es similar al entorno slide pero la enumeración de las transparencias de retroproyección que se obtienen mediante el entorno overlay es una subnumeración de la numeración correspondiente al último entorno slide. Es decir, los entornos overlay siguientes a un entorno slides numerado con el 3 se numeran 3-a, 3-b, etc.

A fin de hacer coincidir las transparencias de retroproyección compuestas mediante los entornos slide y overlay, es preciso componer el texto y las fórmulas matemáticas comunes a los dos entornos mediante la macro `\textcolor{white}` o dentro del ámbito de la declaración `\color{white}`, con lo que se compone en color blanco, según se explica más abajo. El texto y las fórmulas matemáticas compuestas en color blanco resultan invisibles.

Verificación estructural de bases de conocimientos

Inconsistencia Cuando se pueden obtener resultados conflictivos a partir de datos de entrada válidos

Redundancia Cuando hay reglas que se pueden quitar sin cambiar el mundo de modelos del sistema basado en conocimientos

Circularidad Cuando hay secuencias circulares de reglas

2

```
\begin{slide}
\begin{center}
\textbf{Verificación estructural
de bases de conocimientos}
\end{center}
\begin{description}
\item [Inconsistencia] Cuando se pueden...
\textcolor{white}{La inconsistencia...}
\item [Redundancia] Cuando hay reglas...
\textcolor{white}{La redundancia...}
\item [Circularidad] Cuando hay...
\textcolor{white}{La circularidad...}
\end{description}
\end{slide}
```

La inconsistencia puede originar resultados incorrectos

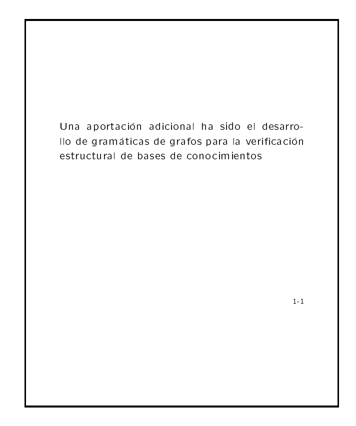
La redundancia degrada la eficiencia de ejecución, y dificulta el mantenimiento de la base de conocimientos

La circularidad puede originar ejecuciones infinitas del sistema basado en conocimientos

2-a

```
\begin{overlay}
\begin{center}
\textcolor{white}{\textbf{Verificación
estructural de bases de conocimientos}}
\end{center}
\begin{description}
\item [\textcolor{white}{Inconsistencia}]
\textcolor{white}{Cuando se pueden...}
La inconsistencia puede originar...
\item [\textcolor{white}{Redundancia}]
\textcolor{white}{Cuando hay reglas...}
La redundancia degrada la eficiencia...
\item [\textcolor{white}{Circularidad}]
\textcolor{white}{Cuando hay secuencias...}
La circularidad puede originar...
\end{description}
\end{overlay}
```

El entorno note permite componer transparencias de anotaciones, que pueden incluir texto y fórmulas matemáticas adicionales que sea conveniente recordar durante la presentación del trabajo. Este entorno también es similar al entorno slide y la numeración de las transparencias de retroproyección que se obtienen mediante el entorno note es también una subnumeración de la numeración correspondiente al último entorno slide. Los entornos note siguientes a un entorno slides numerado con el 3 se numeran 3-1, 3-2, etc.

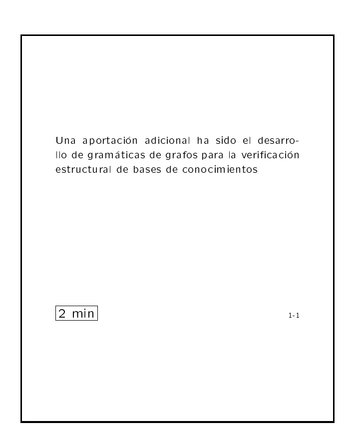



```
\begin{note}
Una aportación adicional ha sido el
desarrollo de gramáticas de grafos
para la verificación estructural
de bases de conocimientos
\end{note}
```

Excedirse del tiempo permitido para la presentación de un trabajo es uno de los pecados capitales en el mundo académico. La opción clock de la clase estándar slides de documentos LaTeX permite mantener un control de la duración de la presentación. Sólo es preciso activar esta opción e incluir una macro

`\addtime{`*segundos*`}`

inmediatamente antes o inmediatamente después de cada entorno slide, donde *segundos* es la duración prevista para la presentación de la transparencia correspondiente. Entonces, el pie de página de cada transparencia de anotaciones incluye el tiempo en minutos que tendría que haber transcurrido desde la presentación de la primera transparencia de retroproyección.




```
\begin{slide}
...
\end{slide}

\addtime{120}

\begin{note}
Una aportación adicional ha sido el
desarrollo de gramáticas de grafos
para la verificación estructural
de bases de conocimientos
\end{note}
```

Además, la macro

`\settime{`*segundos*`}`

fija en *segundos* el tiempo total transcurrido, como por ejemplo para comenzar una nueva sesión de la presentación de un trabajo o un nuevo tema de una asignatura.

Tanto la macro `\addtime` como la macro `\settime` se pueden incluir entre entornos sucesivos, pero nunca dentro de un entorno slides, overlay o note.

Siempre que se hacen correcciones a las transparencias de retroproyección o de anotaciones, es conveniente volver a componer sólo las transparencias que han sido corregidas. La macro

`\onlyslides{`*rango*`}`

en el preámbulo del documento LaTeX especifica el rango de páginas de transparencias que se tienen que componer, donde *rango* es una lista de números y de rangos de números separados per comas. Por ejemplo, la macro `\onlyslides{4,7-13}` especifica la composición de las transparencias de retroproyección número 4 y de la número 7 a la número 13, ambas incluidas, conjuntamente con las transparencias de los entorns overlay correspondientes.

Igual que la macro `\onlyslides`, la macro

`\onlynotes{`*rango*`}`

en el preámbulo del documento LaTeX especifica el rango de páginas de transparencias de anotaciones que se tienen que componer, donde *rango* es también una lista de números y de rangos de números separados por comas. Por ejemplo, la macro `\onlynotes{4-11}` especifica la composición de las transparencias de anotaciones de la número 4 a la número 11, ambas incluidas.

El argumento *rango* de las macros `\onlyslides` y `\onlynotes` puede incluir números de transparencias inexistentes, como por ejemplo `\onlyslides{11-9999}` para omitir la composición de las diez primeras transparencias de retroproyección del documento LaTeX. Por otra parte, si se incluye una macro `\onlyslides` en el preámbulo del documento pero no se incluye ninguna macro `\onlynotes`, entonces no se compone ninguna transparencia de anotaciones, y viceversa.

Composición de transparencias de retroproyección en color

Las transparencias de retroproyección pueden ser mucho más efectivas cuando se componen en colores. El color se puede considerar un elemento adicional de resalte de diversas partes del documento, en el sentido que los colores llamados *cálidos* (amarillo, naranja, rojo) son *salientes*, es decir, producen la sensación de salir del plano del documento y aproximarse al lector, mientras que los colores llamados *fríos* (verde, azul, violeta) son *entrantes*, es decir, produce el efecto que se alejan del lector.

El paquete de definiciones color permite componer el texto del documento LaTeX en diferentes colores, en particular el texto y las fórmulas matemáticas de los documentos de clase slides.

Igual que los paquetes de definiciones graphics y epsfig, el paquete de definiciones color admite una opción, que especifica el traductor gráfico de pantalla y de impresora, como por ejemplo dvips y xdvi, para las implementaciones de los sistemas TeX y LaTeX en ordenadores con sistema operativo UNIX o con sistema operativo VMS; dvipsone y dviwindo, para el *Y&YTeX* en ordenadores IBM PC compatibles; emtex, para el *emTeX* en ordenadores IBM PC compatibles; oztex, para el *OzTeX* en ordenadores Macintosh; textures, para el *Textures* en ordenadores Macintosh; y pctexps, pctexwin y pctexhp, para el *PCTeX* en ordenadores IBM PC compatibles.

La macro

\textcolor{*color*}{*texto*}

compone el segundo argumento *texto* en el color especificado por el primer argumento *color*, donde los colores predefinidos son el negro (`black`), el blanco (`white`), el rojo (`red`), el verde (`green`), el azul (`blue`), el azul verdoso (`cyan`), el rojo púrpura (`magenta`) y el amarillo (`yellow`).

Los quarks se pueden presentar en tres "colores" primarios, que son llamados rojo, amarillo y azul, a pesar que esta clasificación no tiene ninguna relación semántica con los colores cromáticos. Los , constituidos por quarks, son "incoloros", es decir, son la mezcla de tres quarks de los tres diferentes colores primarios o de quark y antiquark de colores complementarios.

```
Los quarks se pueden presentar en tres
``colores'' primarios, que son llamados
\textcolor{red}{rojo},
\textcolor{yellow}{amarillo} y
\textcolor{blue}{azul}, a pesar que esta
clasificación no tiene ninguna relación
semántica con los colores cromáticos. Los
\textcolor{white}{hadrones}, constituidos
por quarks, son ``incoloros'', es decir,
son la mezcla de tres quarks de los tres
diferentes colores primarios o de quark y
antiquark de colores complementarios.
```

Igual que la macro `\textcolor`, la declaración

\color{*color*}

compone el documento en el color especificado por el argumento *color*. Es preciso delimitar correctamente el ámbito de esta declaración.

Según Marco Boschini, el dibujo sin el color es un cuerpo sin alma.

```
{\color{green} Según Marco Boschini,
el dibujo sin el color
es un cuerpo sin alma.}
```

Aparte de los colores predefinidos, se pueden definir otros colores según un modelo cromático, como por ejemplo los modelos rgb, el modelo gray o el modelo cmyk. El modelo cromático rgb permite obtener cualquier color como mezcla aditiva de los tres colores de base rojo, verde y azul en proporciones diversas. La macro

\definecolor{*nombre*}{rgb}{x,y,z}

define el color *nombre* como mezcla aditiva de x partes de rojo, y partes de verde y z partes de azul, donde x, y y z son números comprendidos entre 0 y 1. El color negro corresponde a la definición `\definecolor{black}{rgb}{0,0,0}`, mientras que el blanco corresponde a la definición `\definecolor{white}{rgb}{1,1,1}`.

El modelo cromático gray permite obtener cualquier nivel de gris. La macro

\definecolor{*nombre*}{gray}{x}

define el color *nombre* como nivel x de gris, donde x es un número comprendido entre 0 y 1. El color negro corresponde a la definición `\definecolor{black}{gray}{0}`, mientras que el blanco corresponde a la definición `\definecolor{white}{gray}{1}`.

El modelo cromático cmyk, muy difundido en el mundo de las artes gráficas, permite obtener cualquier color como mezcla sustractiva de los cuatro colores de base azul verdoso, rojo púrpura, amarillo y negro en proporciones diversas. La macro

`\definecolor{`*nombre*`}{cmyk}{`x`,`y`,`z`,`t`}`

define el color *nombre* como mezcla sustractiva de x partes de azul verdoso, y partes de rojo púrpura, z partes de amarillo y t partes de negro, donde x, y, z y t son números comprendidos entre 0 y 1.

Los colores definidos mediante la macro `\definecolor` se pueden usar como primer argumento de la macro `\textcolor` y de la declaración `\color`.

Las transparencias de retroproyección son más efectivas cuando se componen en color.

```
\definecolor{lacre}{rgb}{0.5,0,0}
Las transparencias de retroproyección son
más efectivas cuando se componen en
\textcolor{lacre}{color}.
```

Según las normas de estilo para transparencias de retroproyección de X. Gràcia, una elección posible de colores, apropiada para componer los diferentes elementos de una serie de transparencias de retroproyección para presentar un trabajo en un congreso o en un seminario, es la siguiente:

- Título del trabajo: azul
- Nombre y apellidos y filiación del autor o los autores del trabajo: rojo
- Sumario del trabajo: verde
- Numeración de las páginas: verde
- Título de los apartados: verde
- Texto normal: azul
- Texto enfatizado: rojo
- Fórmulas y símbolos matemáticos: negro
- Fórmulas y símbolos matemáticos enfatizados: marrón

Symmetry transformations and gauge transformations

Consider a differential equation $F(t,q,\dot{q}) = 0$ for a path $q^i(t)$

A transformation $q(t) \leadsto \tilde{q}(t)$ is a symmetry transformation if it transforms solutions into solutions

A gauge transformation is a family of symmetry transformations depending on an arbitrary function of time

It is much easier to study infinitesimal symmetry transformations $q \leadsto q + \delta q \varepsilon$ (and at the end integrate them).

Usually $\delta q(t) = A(t, \dot{q}(t), \ddot{q}(t), \ldots)$

3

```
\renewcommand{\theslide}
  {\textcolor{green}{\arabic{slide}}}
\begin{slide}
\color{green}
\begin{center}
\textbf{Symmetry transformations
and gauge transformations}
\end{center}
\color{blue}
Consider a differential equation
\textcolor{black}{$F(t,q,\dot{q})=0$}
for a path \textcolor{black}{$q^i(t)$}

A transformation \textcolor{black}{$q(t)
\leadsto \tilde{q}(t)$} is a
\textcolor{red}{symmetry transformation}
if it transforms solutions into solutions
... \end{slide}
```

Los traductores gráficos de las impresoras monocromáticas reproducen los diversos colores como niveles de grises, con lo que se pierden las características de tono y saturación de los colores y sólo se reproduce la luminosidad. Los traductores gráficos de las pantallas de color y los traductores gráficos de las impresoras de color, sin embargo, reproducen fielmente una amplia gama de colores.

Apéndice B

Las fuentes estándares del LATEX

El sistema LATEX usa las 75 pólizas estándares del sistema TEX, además de 15 pólizas adicionales. Las 90 pólizas pertenecen a la familia tipográfica *Computer Modern*, diseñada per D. Knuth sobre la base de la familia Modern 8A de la fundición Monotype.

Cada póliza se identifica por un nombre según un esquema estándar para nombrar pólizas. Los usuarios del sistema TEX suelen seleccionar las fuentes de caracteres que necesitan para componer un documento según el nombre de la póliza correspondiente, como por ejemplo

```
\font\lineal=cmss12
```

Los nombres de las 75 pólizas estándares del sistema TEX son los siguientes:

cmr5	cmti9	cmssq8	cmu10	cmmi5
cmr6	cmti10	cmss8	cmff10	cmmi6
cmr7	cmti12	cmss9	cmfi10	cmmi7
cmr8	cmbx5	cmss10	cmdunh10	cmmi8
cmr9	cmbx6	cmss12	cmtt8	cmmi9
cmr10	cmbx7	cmss17	cmtt9	cmmi10
cmr12	cmbx8	cmssqi8	cmtt10	cmmi12
cmr17	cmbx9	cmssi8	cmtt12	cmmib10
cmcsc10	cmbx10	cmssi9	cmtcsc10	cmsy5
cmsl8	cmbx12	cmssi10	cmsltt10	cmsy6
cmsl9	cmb10	cmssi12	cmitt10	cmsy7
cmsl10	cmfib	cmssi17	cmtex8	cmsy8
cmsl12	cmbxsl10	cmssdc10	cmtex9	cmsy9
cmti7	cmbxti10	cmssbx10	cmtex10	cmsy10
cmti8	cminch	cmvtt10	cmex10	cmbsy10

Los nombres de las 15 pólizas estándares adicionales que usa el sistema LATEX son los siguientes:

lasy5	lasy8	lcircle10	linew10	logo10
lasy6	lasy9	lcirclew10	logo8	logobf10
lasy7	lasy10	line10	logo9	logosl10

Gracias al esquema NFSS (*New Font Selection Scheme*), se puede especificar la fuente de caracteres necesaria para componer un documento LaTeX según la codificación, la familia, la serie, la forma y el cuerpo de los caracteres (véase también el apartado 2.3). El significado de estos atributos es el siguiente:

Codificación Especifica el orden de los caracteres dentro de una póliza. Las codificaciones más usuales en los documentos LaTeX son la codificación de texto TeX estándar, definida por D. Knuth, y la codificación de texto TeX ampliada, definida por los miembros del TUG (*TeX Users Group*) durante el Quinto Congreso Europeo de TeX (Cork, Irlanda, del 10 al 13 de septiembre de 1990) y conocida como codificación *Cork*, además de diversas codificaciones para los símbolos matemáticos.

El paquete de definiciones fontenc permite especificar una o más codificaciones para un documento LaTeX, la última de las cuales es la codificación por defecto del documento, según se explica más abajo.

Familia Especifica la familia tipográfica, que agrupa los caracteres según principios de diseño comunes, sobre todo por lo que hace al dibujo de las letras. Algunas de las familias más usuales en los documentos TeX y LaTeX son la romana (*Computer Modern Roman*), la lineal (*Computer Modern Sans*), la mecanográfica (*Computer Modern Typewriter*), las familias *Lucida Bright* y *Lucida Sans* y las diversas familias de símbolos matemáticos (*Computer Modern Math Italic*, *Computer Modern Math Symbol*, *Computer Modern Math Extension*, *Lucida New Math* y *AMS Fonts*).

Además, la activación del paquete de definiciones psnfss permite incluir las pólizas PostScript comunes a muchas impresoras láser en un documento LaTeX. Las familias estándares de pólizas PostScript son las siguientes: *Adobe Avant Garde*, *Adobe Bookman*, *Adobe Courier*, *Adobe Helvetica*, *Adobe New Century Schoolbook*, *Adobe Palatino*, *Adobe Symbol*, *Adobe Times*, *Adobe Zapf Chancery* y *Adobe Zapf Dingbats*.

Serie Especifica el grosor del trazo de las letras. Algunos de los grosores más usuales en los documentos LaTeX son los siguientes: normal, negrita, negrita extendida y condensada.

Forma Especifica la figura de las letras. Algunas de las figuras más usuales en los documentos LaTeX son las siguientes: redonda (letras verticales), cursiva y cursiva falsa (letras oblicuas) y versal y versalita.

Cuerpo Es el tamaño de los caracteres y se expresa normalmente como número entero de puntos tipográficos. El cuerpo y el interlineado se suelen indicar conjuntamente.

Además de ahorrar al usuario la necesidad de conocer los nombres de las pólizas, el esquema NFSS tiene la ventaja que permite cambiar sólo uno de los atributos mencionados.

La correspondencia entre las combinaciones de codificación, familia, serie, forma, tamaño e interlineado de los caracteres y el nombre de las pólizas se establece durante el proceso de instalación del LaTeX (véase el apéndice C), donde se genera una colección de ficheros con extensión .fd (*font definition*). La tabla siguiente ilustra las definiciones de pólizas en la codificación de texto TeX estándar que establece el proceso estándar de instalación del LaTeX:

Especificación LaTeX				Póliza TeX	Muestra
OT1	cmdh	m	n	cmdunh10	Dunhill
OT1	cmfib	m	n	cmfib8	**Fibonacci**
OT1	cmfr	m	n	cmff10	Funny Roman
OT1	cmfr	m	it	cmfi10	*Funny Roman italics*
OT1	cmr	m	n	cmr5/6/7/8/9/10/12/17	Roman
OT1	cmr	m	sl	cmsl8/9/10/12	*Roman slanted*
OT1	cmr	m	it	cmti7/8/9/11/12	*Roman italics*
OT1	cmr	m	sc	cmcsc10	Roman small caps
OT1	cmr	m	ui	cmu10	Roman
OT1	cmr	b	n	cmb10	**Roman bold**
OT1	cmr	bx	n	cmbx5/6/7/8/9/10/12	**Roman bold extended**
OT1	cmr	bx	sl	cmbxsl10	***Roman bold extended slanted***
OT1	cmr	bx	it	cmbxti10	***Roman bold extended italic***
OT1	cmss	m	n	cmss8/9/10/12/17	Sans
OT1	cmss	m	sl	cmssi8/9/10/12/17	*Sans italics*
OT1	cmss	sbc	n	cmssdc10	**Sans semibold condensed**
OT1	cmss	bx	n	cmssbx10	**Sans bold extended**
OT1	cmtt	m	n	cmtt8/9/10/12	Typewriter
OT1	cmtt	m	it	cmitt10	*Typewriter italics*
OT1	cmtt	m	sl	cmsltt10	*Typewriter slanted*
OT1	cmtt	m	sc	cmtcsc10	Typewriter small caps

A pesar que el LaTeX siempre selecciona automáticamente las pólizas necesarias para componer un documento, es posible seleccionar una póliza particular al margen de la selección hecha por el LaTeX. La selección de una póliza se hace en dos pasos. En primer lugar, el atributo o los atributos de la póliza que se quieren cambiar se especifican mediante las macros `\fontencoding`, `\fontfamily`, `\fontseries`, `\fontshape` y `\fontsize`. En segundo lugar, se selecciona la póliza especificada mediante la macro `\selectfont`.

La macro

`\fontencoding{`*codificación*`}`

permite especificar la codificación de los caracteres, donde los valores estándares de *codificación* son los siguientes: T1 (codificación de texto TeX ampliada o *Cork*), OT1 (codificación de texto TeX estándar), OT2 (codificación *Washington University Cyrillic*), OML (codificación de matemáticas TeX estándar), OMS (codificación de símbolos matemáticos TeX estándar) y OMX (codificación de símbolos matemáticos TeX ampliada).

Además, la activación del paquete de definiciones fontenc permite especificar la codificación de los caracteres usados al largo de todo el documento LaTeX. Se pueden especificar diversas codificaciones, la última de las cuales es la codificación por defecto del documento. Por ejemplo,

```
\usepackage[OT1,T1]{fontenc}
```

especifica la codificación de texto TeX ampliada o *Cork*, a la vez que permite usar la codificación de texto TeX estándar mediante las macros `\fontencoding{OT1}\selectfont`.

La macro

`\fontfamily{`*familia*`}`

permite especificar la familia de los caracteres, donde algunos de los valores más usuales de *familia* son los siguientes: cmr (*Computer Modern Roman*), cmss (*Computer Modern Sans*), cmtt (*Computer Modern Typewriter*), cmm (*Computer Modern Math Italic*), cmsy (*Computer Modern Math Symbol*), cmex (*Computer Modern Math Extension*), cmfib (*Computer Modern Fibonacci*), cmfr (*Computer Modern Funny Roman*), cmdh (*Computer Modern Dunhill*), lcmss y lcmtt (*SliTeX*), hlc (*Lucida Bright* y *Lucida New Math*), hls (*Lucida Sans*), ccr (*Concrete Roman*), ccm (*Concrete Math*), panr (*Pandora Roman*), pans (*Pandora Sans*), yfrak (*Yannis Fraktur*), ygoth (*Yannis Gothic*), yinit (*Yannis Initials*), yswab (*Yannis Schwabacher*), eur (*Euler Roman*), eus (*Euler Script*), euf (*Euler Fraktur*), msa y msb (*AMSFonts*), pag (*Adobe Avant Garde*), pbk (*Adobe Bookman*), pcr (*Adobe Courier*), phv (*Adobe Helvetica*), pcs (*Adobe New Century Schoolbook*), ppl (*Adobe Palatino*), psy (*Adobe Symbol*), ptm (*Adobe Times*), pzc (*Adobe Zapf Chancery*) y pzd (*Adobe Zapf Dingbats*).

La macro

`\fontseries{`*serie*`}`

permite especificar la serie de los caracteres, donde *serie* es una combinación de *peso* y *anchura* de los caracteres. Las combinaciones se obtienen con un valor de *peso* delante de un valor de *anchura*, pero los valores m (normal, *medium*) no se tienen en cuenta salvo que tanto el peso como la anchura sean m, caso en que sólo se pone m una vez. Por ejemplo, la combinación *bold* y *expanded* se especifica mediante bx, mientras que la combinación *medium* y *expanded* se especifica mediante x y la combinación *bold* y *medium* se especifica mediante b.

Los valores estándares de *peso* son ul (*ultra light*), el (*extra light*), l (*light*), sl (*semi light*), m (*medium*), sb (*semi bold*), b (*bold*), eb (*extra bold*) y ub (*ultra bold*). Los valores estándares de *anchura* son uc (*ultra condensed*, 50%), ec (*extra condensed*, 62,5%), c (*condensed*, 75%), sc (*semi condensed*, 87,5%), m (*medium*, 100%), sx (*semi expanded*, 112,5%), x (*expanded*, 125%), ex (*extra expanded*, 150%) y ux (*ultra expanded*, 200%).

La macro

`\fontshape{`*forma*`}`

permite especificar la forma de los caracteres, donde los valores estándares de *forma* son n (redonda, *normal*), it (cursiva, *italic*), sl (redonda inclinada, *slanted*), sc (versal y versalita, *small caps*), ui (cursiva vertical, *upright italic*) y ol (contorno, *outline*).

Finalmente, la macro

`\fontsize{`*cuerpo*`}{`*interlineado*`}`

permite especificar el tamaño de los caracteres, donde *cuerpo* e *interlineado* se suelen especificar en puntos. En este caso, se puede omitir la abreviación de la unidad de medida, como por ejemplo en `\fontsize{14.4}{14}` en lugar de `\fontsize{14.4pt}{14pt}`.

Por ejemplo, las macros siguientes seleccionan la póliza que más se parece a la *semibold condensed* de familia lineal, de cuerpo de 28 puntos e interlineado de 32 puntos, que en la instalación estándar del LaTeX corresponde a la misma póliza pero de cuerpo de 24,88 puntos. El interlineado que resulta es de 32 puntos, a pesar que el interlineado del cuerpo de 24,88 de esta póliza en las clases estándares de documentos LaTeX es de 30 puntos.

Computer Modern Sans semibold condensed

```
\fontencoding{OT1}%
\fontfamily{cmss}%
\fontseries{sbc}%
\fontshape{n}%
\fontsize{28}{32}%
\selectfont
Computer Modern Sans semibold condensed
```

Los símbolos de porcentaje siempre son necesarios detrás de las macros `\fontencoding`, `\fontfamily`, `\fontseries`, `\fontshape` y `\fontsize`, salvo que no haya ningún espacio en blanco a continuación.

En caso que la póliza que ha sido especificada no esté disponible, el esquema NFSS del LaTeX selecciona una póliza sustituta, también de manera automática. De hecho, los ficheros con extensión .fd contienen la información que determina esta substitución automática de pólizas.

Por otra parte, en todo momento hay una fuente seleccionada y un cuerpo fijo, llamados *fuente base* y *cuerpo base*, respectivamente. La macro

`\textnormal{`*texto*`}`

compone *texto* en el cuerpo y la fuente base, mientras que la declaración

`\normalfont{`*texto*`}`

selecciona el cuerpo y la fuente base, lo que puede resultar necesario dentro del argumento de una macro `\newcommand` o `\newenvironment`, como por ejemplo

```
\theoremheaderfont{\normalfont\bfseries}
```

para componer las cabeceras de los enunciados en negrita (véase el apartado 5.5), sean cuales sean la familia, la serie y la forma en que se compone el cuerpo de los enunciados. De otro modo, las macros

```
\theoremheaderfont{\bfseries}
\theorembodyfont{\itshape}
```

componen las cabeceras de los enunciados en negrita cursiva.

Las macros y declaraciones que permiten cambiar la fuente en que se compone una parte del documento, como por ejemplo `\textbf`, `\sffamily` o `\large`, seleccionan la póliza más adecuada en cada caso según la clase de documento de que se trata. En el caso de las clases estándares de documentos LATEX, los atributos que son afectados son los siguientes:

Macro o declaración	Atributo	article	book (11pt)	report (12pt)	letter	slides
`\textrm` o `\rmfamily`	familia	cmr	cmr	cmr	cmr	lcmss
`\textsf` o `\sffamily`	familia	cmss	cmss	cmss	cmss	lcmss
`\texttt` o `\ttfamily`	familia	cmtt	cmtt	cmtt	cmtt	lcmtt
`\textmd` o `\mdseries`	serie	m	m	m	m	m
`\textbf` o `\bfseries`	serie	bx	bx	bx	bx	bx
`\textup` o `\upshape`	forma	n	n	n	n	n
`\textit` o `\itshape`	forma	it	it	it	it	sl
`\textsl` o `\slshape`	forma	sl	sl	sl	sl	sl
`\textsc` o `\scshape`	forma	sc	sc	sc	sc	sc
`\tiny`	cuerpo	5pt	6pt	6pt	5pt	13,82pt
`\scriptsize`	cuerpo	7pt	8pt	8pt	7pt	16,59pt
`\footnotesize`	cuerpo	8pt	9pt	10pt	8pt	16,59pt
`\small`	cuerpo	9pt	10pt	10,95pt	9pt	16,59pt
`\normalsize`	cuerpo	10pt	10,95pt	12pt	10pt	19,91pt
`\large`	cuerpo	12pt	12pt	14,4pt	12pt	23,89pt
`\Large`	cuerpo	14,4pt	14,4pt	17,28pt	14,4pt	28,66pt
`\LARGE`	cuerpo	17,28pt	17,28pt	20,74pt	17,28pt	34,4pt
`\huge`	cuerpo	20,74pt	20,74pt	24,88pt	20,74pt	41,28pt
`\Huge`	cuerpo	24,88pt	24,88pt	24,88pt	24,88pt	41,28pt

Apéndice C

Instalación del sistema LATEX

La gran calidad de los trabajos impresos con los sistemas TEX y LATEX es sólo una de las razones de la gran difusión de estos sistemas en el mundo académico. Otros factores determinantes son la portabilidad, el coste bajo y la gran disponibilidad de herramientas de soporte informático relacionadas.

Hay implementaciones de los sistemas TEX y LATEX para casi cualquier ordenador, muchas de ellas gratuitas o de dominio público, aparte de numerosas herramientas de soporte informático, como por ejemplo las que permiten gestionar bases de datos bibliográficas o generar índices alfabéticos. Ademés, toda nueva implementación tiene que superar un test de calidad muy estricto, llamado *torture test*, que garantiza que el resultado de procesar un documento TEX o LATEX en cualquier implementación de estos sistemas y en cualquier ordenador es exactamente el mismo, bit a bit y milímetro a milímetro.

En cuanto al sistema LATEX, sin embargo, la falta de un test similar favoreció la proliferación en los últimos años de extensiones incompatibles entre sí, y el resultado de este hecho es que los documentos LATEX dejaron de ser portables. Para poder procesar correctamente un documento era preciso disposer de la misma extensión del sistema LATEX de que disponía el autor del documento, como por ejemplo el LATEX 2.09 con NFSS (*New Font Selection Scheme*), el LATEX 2.09 sin NFSS, el SLITEX, el $\mathcal{AMS}$-LATEX, etc. Además, a veces no resultaba evidente con qué extensión del sistema LATEX había sido escrito un documento dado.

Para acabar con esta situación tan poco satisfactoria, el *TEX Users Group*, con el soporte de otros grupos de usuarios, promovió la estandarización del sistema LATEX. El resultado es el sistema LATEX 2_ε, un lenguaje común que, al incorporar todas las extensiones en un único sistema, ha puesto fin a esta proliferación de dialectos incompatibles.

Desde junio de 1994, el LATEX 2_ε es el sistema LATEX oficial y estándar. Los documentos que habían sido escritos para ser procesados con el sistema LATEX 2.09, ahora obsoleto, aún se pueden procesar con el sistema LATEX 2_ε, en lo que se llama *modo de compatibilidad* (*LATEX 2.09 compatibility mode*) para diferenciarlo del llamado *modo nativo* del LATEX 2_ε. El LATEX 2_ε reconoce automáticamente que un documento necesita ser procesado en modo de compatibilidad gracias al hecho que la macro `\documentclass` es, en este caso, `\documentstyle`.

Es preciso notar, sin embargo, que el procesamiento de un documento LATEX en modo de

compatibilidad puede resultar hasta un 50% más lento que el procesamiento con el sistema LaTeX 2.09 original. Esto hace que, a mediano plazo, resulte conveniente actualizar todos los documentos para que puedan ser procesados en el *modo nativo* del LaTeX 2ε, cambiando las macros

`\documentstyle[`*opciones*`,`*paquetes*`]{`*clase*`}`

por las nuevas macros

`\documentclass[`*opciones*`]{`*clase*`}`
`\usepackage{latexsym,`*paquetes*`}`

con lo que se pueden aprovechar también todas las ventajas del sistema LaTeX 2ε.

Cómo conseguir el sistema LaTeX

El LaTeX es un sistema de dominio público. El *TeX Users Group* hace una nueva distribución cada seis meses, en junio y en diciembre, que incorpora todas las mejoras y las correcciones a los problemas detectados desde la última distribución.

La distribución del sistema LaTeX se hace principalmente a través de la red Internet. De hecho, casi todas las herramientas informáticas relacionadas con los sistemas TeX y LaTeX se encuentran en la CTAN (*Comprehensive TeX Archive Network*).

CTAN es una red de servidores de ficheros que cooperan entre sí para mantener actualizadas las mismas versiones de más de un millón de *megabytes* de ficheros de material relacionado con el TeX y el LaTeX, desde programas y pólizas hasta documentación electrónica. Estos servidores de ficheros funcionan de manera sincronizada, mediante un sistema que permite que todo nuevo fichero o toda nueva versión de un fichero, al ser depositados en cualquiera de los servidores de ficheros, se vean reflejados de una manera automática y rápida en todos los otros servidores de ficheros de la red.

Los servidores de ficheros de la red CTAN usan diferentes mecanismos para hacer accesibles desde la red Internet los ficheros que contienen, entre los cuales el correo electrónico, el protocolo de transferencia de ficheros FTP (*File Transfer Protocol*), el protocolo gopher y el protocolo HTTP (*HyperText Transfer Protocol*, usado en la *World-Wide Web*).

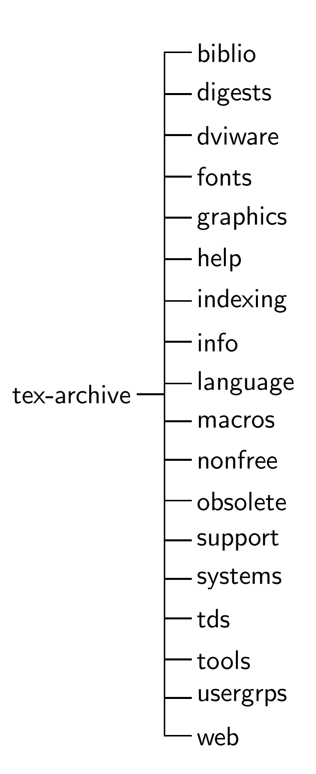
La tabla siguiente da las direcciones electrónicas que permiten acceder a los principales servidores de ficheros de la red CTAN mediante el protocolo de comunicaciones FTP mencionado. Para reducir la carga global de las redes de comunicación, sin embargo, es aconsejable acceder a la dirección electrónica del ordenador físicamente más próximo. El fichero `CTAN.sites` contiene una lista exhaustiva de las direcciones de todos los servidores de ficheros de la red CTAN.

ubicación	**dirección electrónica**	**directorio**
Alemania	`dante.ctan.org`	`tex-archive`
Inglaterra	`cam.ctan.org`	`tex-archive`
EEUU	`tug.ctan.org`	`tex-archive`

Además de estas direcciones, hay la posibilidad de buscar ficheros en dos de los nodos de la red CTAN, mediante el protocolo de comunicaciones HTTP, en las direcciones siguientes:

ubicación	dirección electrónica
Alemania	http://www.dante.de/cgi-bin/ctan-index
Inglaterra	http://www.ucc.ie/cgi-bin/ctan
EEUU	http://www.ctan.org/find.html

La red CTAN está estructurada en los siguientes subdirectorios principales, dentro del directorio tex-archive de los nodos principales o dentro del directorio referido antes para los otros nodos de la red CTAN:



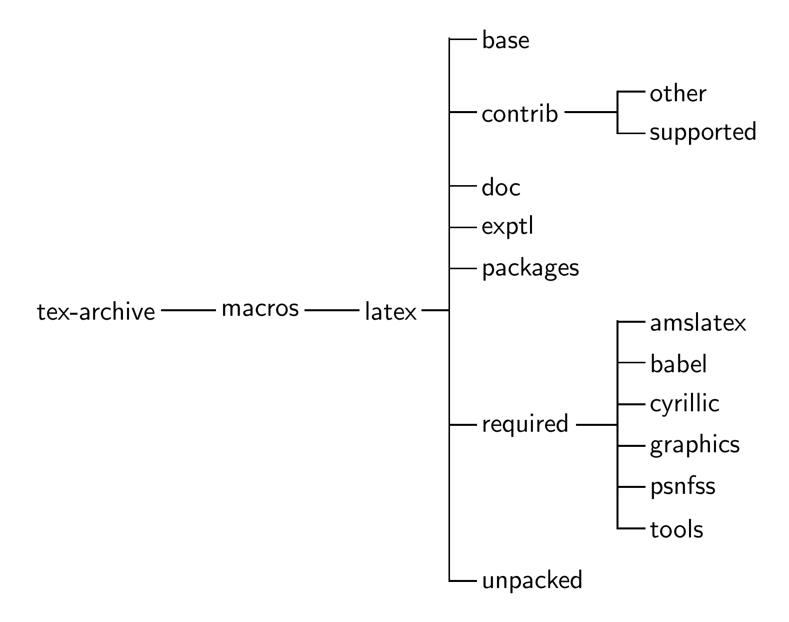
El directorio biblio contiene herramientas de gestión de bases de datos bibliográficos y numerosos estilos de presentación de referencias bibliográficas. El directorio digests contiene tablas de contenidos de los boletines de los diferentes grupos de usuarios del TeX, entre otras informaciones. El directorio dviware contiene numerosos traductores gráficos, tanto de pantalla como de impresora. El directorio fonts contiene una gran variedad de pólizas, desde las pólizas CM (*Computer Modern*) originales de los sistemas TeX y LaTeX y las pólizas DC hasta pólizas en formato Adobe PostScript. El directorio graphics contiene programas para producir gráficos desde los sistemas TeX y LaTeX, así como para generar gráficos para incluirlos después en los documentos TeX o LaTeX. El directorio help contiene básicamente recopilaciones de preguntas y respuestas sobre temas relacionados con los sistemas TeX y LaTeX. El directorio indexing contiene programas y estilos para la generación de índices alfabéticos. El directorio info contiene documentación de dominio público sobre los sistemas TeX y LaTeX. El directorio language

contiene diversas extensiones de los sistemas TeX y LaTeX para procesar documentos escritos en idiomas diferentes del inglés, además de ficheros de patrones de división en sílabas para muchos idiomas europeos.

El directorio macros contiene numerosos ficheros de definiciones (*macros*). Los paquetes de definiciones que forman parte de la distribución oficial del sistema LaTeX están en el directorio

macros/latex/packages

Aparte de los paquetes que forman parte de la distribución oficial del sistema LaTeX, hay otros que, a pesar de no gozar del soporte oficial del *TeX Users Group*, también han sido escritos o actualizados para el sistema LaTeX 2$_\varepsilon$. Algunos de éstos son mantenidos por sus autores y se encuentran en el directorio macros/latex/contrib/supported. Los paquetes que no tienen ningún soporte oficial por parte del *TeX Users Group*, como tampoco ningún soporte por parte de sus autores, se encuentran en el directorio macros/latex/contrib/other. El directorio macros está estructurado en los subdirectorios siguientes: alatex, amstex, blu, context, ec-plain, eplain, generic, hptex, inrstex, jadetex, lamstex, latex, latex209, lollipop, mathematica, mtex, musictex, musixtex, pdftex, physe, phyzzx, plain, psizzl, scripttex, startex, tex-in-practice, texinfo, texsis, text1, tip y ytex, donde el directorio latex está estructurado, a su vez, en los subdirectorios siguientes:



Además, hay una lista de todos estos paquetes que incluye sus ubicaciones dentro de los directorios de la CTAN. Esta lista se encuentra en el fichero companion.ctan.

El directorio support contiene programas de soporte al procesamiento de documentos TeX y LaTeX, como por ejemplo correctores de sintaxis o visualizadores de documentos traducidos

a Adobe PostScript. El directorio systems contiene todas las implementaciones de dominio público de los sistemas TeX y LaTeX para diferentes ordenadores. El directorio tds contiene documentos de trabajo del *TeX Users Group* sobre una estructura estándar de directorios (*TeX Directory Structure*) para contener las macros, pólizas y otros ficheros en toda instalación de los sistemas TeX y LaTeX, sea cual sea el sistema operativo de la instalación —UNIX, MS-DOS, Windows NT, OS/2, MacOS, VMS, etc. El directorio tools contiene compresores de ficheros y otras herramientas de manipulación de ficheros. El directorio usergrps contiene información sobre los diferentes grupos de usuarios del TeX. Finalmente, el directorio web contiene los programas originales relacionados con el sistema TeX.

Toda nueva distribución del sistema LaTeX se anuncia en la red Internet, en las principales listas de discusión relacionadas con el TeX y el LaTeX. Cada distribución incluye un documento, *LaTeX News*, que resume en una página las novedades del sistema LaTeX que se han incorporado.

Instalación básica

El primer paso para instalar el sistema LaTeX es conseguir todo el contenido del directorio tex-archive/macros/latex/base. La siguiente es una transcripción parcial de una sesión FTP para conseguir todo este directorio comprimido en un único fichero, el fichero base.tar.gz, desde un ordenador con sistema operativo UNIX conectado a la red Internet:

```
$ ftp ftp.dante.de
Connected to sun.dante.de.
220 sun FTP server (Version wu-2.4(4) Thu Jun 1 13:17:04 MEST 1995) ready.
Name (ftp.dante.de:valiente): anonymous
331 Guest login ok, send your complete e-mail address as password.
Password: valiente@lsi.upc.es (poned vuestra dirección electrónica)
230-Welcome, archive user!  This is an FTP server for the DANTE Archive.
230 Guest login ok, access restrictions apply.
ftp> cd tex-archive/macros/latex
230 CWD command successful.
ftp> binary
230 Type set to y.
ftp> get base.tar.gz
230 PORT command successful.
230 Opening binary mode data connection for /bin/tar.
local: base.tar.gz remote: base.tar.gz
731426 bytes received in 1.5e+03 seconds (0.49 Kbytes/s)
ftp> quit
230 Goodbye.
```

Esto reduce mucho la cantidad de información que se tiene que transmitir por la red Internet. A continuación es preciso descomprimir este directorio y extraer todos los ficheros, lo que se puede hacer con los mandatos siguientes del sistema operativo UNIX:

```
$ gunzip base.tar.gz
$ tar xvf base.tar
$ rm base.tar
```

El resultado de este proceso es la creación de un directorio llamado base, que contiene todos los ficheros de la distribución del sistema LaTeX.

Entonces la instalación básica consiste en los cinco pasos siguientes:

1. Guardar la versión antigua del sistema LaTeX.
2. Desempaquetar la nueva distribución.
3. Crear el nuevo sistema LaTeX.
4. Poner todos los nuevos ficheros donde el sistema LaTeX pueda encontrarlos.
5. Comprobar la instalación.

Y todo ello se explica en el fichero install.txt de la distribución del sistema LaTeX. Aparte de estas instrucciones generales, hay instrucciones específicas para algunas implementaciones, en los ficheros amiweb2c.txt para el *web2c TEX* en ordenadores Amiga, cstex.txt para el *CS-TEX* en ordenadores Atari, decustex.txt para el TEX de DECUS en ordenadores VAX/VMS, directex.txt para el *DirectTEX* en ordenadores Macintosh, emtex.txt para el *emTEX* en ordenadores IBM PC compatibles, lindner.txt para el TEX de Lindner en ordenadores Atari, microtex.txt para el μTEX en ordenadores IBM PC compatibles, multitex.txt para el *MultiTEX* en ordenadores Atari, oztex.txt para el *OzTEX* en ordenadores Macintosh, pastex.txt para el *PasTEX* en ordenadores Amiga, pctex.txt para el *PCTEX* en ordenadores IBM PC compatibles, textures.txt para el *Textures* en ordenadores Macintosh, web2ctex.txt para el *web2c TEX* en ordenadores con sistema operativo UNIX, e yandytex.txt para el *Y&YTEX* en ordenadores IBM PC compatibles.

Por ejemplo, los mandatos siguientes del sistema operativo UNIX permiten desempaquetar la distribución, crear el nuevo sistema LaTeX y poner todos los nuevos ficheros de la distribución donde el sistema LaTeX los pueda encontrar:

```
$ cd base
$ initex unpack.ins
$ initex latex.ltx
$ mv latex.fmt /usr/local/lib/tex/formats
$ mv latex.fmt /usr/local/lib/tex/formats
$ mv latexbug.tex testpage.tex lablst.tex /usr/local/lib/tex/inputs
$ mv idx.tex nfssfont.tex /usr/local/lib/tex/inputs
$ mv small2e.tex sample2e.tex docstrip.tex /usr/local/lib/tex/inputs
$ mv *.cls /usr/local/lib/tex/inputs
$ mv *.clo /usr/local/lib/tex/inputs
$ mv *.sty /usr/local/lib/tex/inputs
$ mv *.fd  /usr/local/lib/tex/inputs
$ mv *.def /usr/local/lib/tex/inputs
```

```
$ mv *.cfg /usr/local/lib/tex/inputs
$ mv *.ist /usr/local/lib/makeindex/inputs
```

Instalación de paquetes de definiciones adicionales

Prácticamente todos los paquetes de definiciones del sistema LaTeX son de dominio público. El primer paso para instalar cualquier paquete de definiciones es conseguir los ficheros o el directorio correspondiente, lo que se puede hacer fácilmente a través de la red CTAN.

Los paquetes de definiciones se suelen almacenar dentro de un directorio que tiene el mismo nombre que el paquete de definiciones, lo que facilita su localización. Además, los paquetes de definiciones que cuentan con el soporte oficial del *TeX Users Group* o que son mantenidos por sus autores suelen incluir un fichero de instalación y un fichero de documentación, que tienen normalmente el mismo nombre que el paquete de definiciones pero tienen las extensiones .ins y .dtx, respectivamente. Por ejemplo, el directorio que almacena el paquete de definiciones graphics incluye, entre otros, los ficheros graphics.ins y graphics.dtx.

Algunos de los nodos de la red CTAN permiten buscar ficheros y directorios de manera automática mediante el protocolo de comunicaciones HTTP, es decir, mediante un programa visualizador de lenguaje HTML, como por ejemplo *Mosaic* o *Netscape*, a partir de las direcciones mencionadas antes.

Además, los dos nodos principales de la red CTAN, `ftp.tex.ac.uk` y `ftp.dante.de`, también permiten buscar ficheros y directorios de manera automática mediante el protocolo de comunicaciones FTP. La siguiente es una transcripción parcial de una sesión FTP para conseguir el paquete de definiciones graphics comprimido en un único fichero, el fichero graphics.tar.gz, desde un ordenador con sistema operativo UNIX conectado a la red Internet:

```
$ ftp ftp.tex.ac.uk
Connected to ftp.tex.ac.uk.
220 ouse.cl.cam.ac.uk FTP server ready.
Name (ftp.tex.ac.uk:valiente): anonymous
331 Guest login ok, send your complete e-mail address as password.
Password: valiente@lsi.upc.es (poned vuestra dirección electrónica)
230-Welcome, archive user!  This is an FTP server for the UK TeX Archive.
230 Guest login ok, access restrictions apply.
ftp> quote site index graphics.ins
200-index graphics.ins
200-NOTE. This index shows at most 20 lines. for a full list of files,
200-retrieve /pub/archive/FILES.byname
200-1996/03/01 |       3570 | macros/latex/packages/graphics/graphics.ins
200  (end of 'index graphics.ins')
ftp> cd tex-archive/macros/latex/packages
250 CWD command successful.
ftp> binary
```

```
200 Type set to y.
ftp> get graphics.tar.gz
200 PORT command successful.
150 Opening BINARY mode data connection for /bin/tar.
226 Transfer complete.
local: graphics.tar.gz remote: graphics.tar.gz
116540 bytes received in 4.1e+02 seconds (0.28 Kbytes/s)
ftp> quit
221 Goodbye.
```

Como se ha mencionado antes, esto reduce la cantidad de información que se tiene que transmitir por la red Internet. A continuación es preciso descomprimir este directorio y extraer todos los ficheros, lo que se puede hacer con los mandatos siguientes del sistema operativo UNIX:

```
$ gunzip graphics.tar.gz
$ tar xvf graphics.tar
$ rm graphics.tar
```

El resultado de este proceso es la creación de un directorio llamado graphics, que contiene todos los ficheros del paquete de definiciones graphics. Así, la instalación es muy sencilla y consiste en los tres pasos siguientes:

1. Procesar el fichero con extensión .ins mediante el sistema LaTeX.
2. Poner todos los nuevos ficheros donde el sistema LaTeX pueda encontrarlos.
3. Procesar el fichero con extensión .dtx mediante el sistema LaTeX, si se quiere componer la documentación que acompaña al paquete de definiciones. Esta documentación suele estar escrita en inglés.

En los casos en que el proceso de instalación es más complejo, los paquetes de definiciones incluyen ficheros de instrucciones adicionales.

Instalación del sistema Babel

El paquete de definiciones babel forma parte de la distribución oficial del sistema LaTeX y, por lo tanto, se puede instalar según el proceso de tres pasos descrito antes. Para conseguir toda su funcionalidad, sin embargo, es preciso compilar el sistema LaTeX —es decir, es preciso volver a generar el *formato* LaTeX del sistema TeX—, dado que los patrones de división en sílabas sólo se pueden incorporar de esta manera en los sistemas TeX y LaTeX.

Para instalar el sistema Babel es preciso conseguir, además del directorio que contiene el paquete de definiciones babel, los ficheros de patrones de división en sílabas para los idiomas en que se quiera componer documentos LaTeX. Muchos de estos ficheros se pueden encontrar en el directorio language de la red CTAN.

El proceso de instalación del paquete de definiciones babel consiste en los seis pasos siguientes:

1. Escribir la información de los idiomas que se quieren activar y los ficheros de patrones de división en sílabas correspondientes dentro del fichero language.dat y ponerlo donde el sistema LaTeX pueda encontrarlo.

   Este fichero tiene que incluir una línea para cada idioma, con el nombre de la opción corresponente del paquete de definiciones babel, seguido del nombre y la extensión del fichero de patrones de división en sílabas asociados, como por ejemplo las siguientes:

english	hyphen-us.tex
french	hyphen-fr.tex
german	hyphen-de.tex
catalan	hyphen-ca.tex
spanish	hyphen-es.tex

2. Poner los ficheros de patrones de división en sílabas donde el sistema LaTeX los pueda encontrar.

3. Procesar el fichero latex.ltx mediante el sistema LaTeX, es decir, compilar el sistema LaTeX con todos los patrones de división en sílabas incorporados.

4. Procesar el fichero babel.ins mediante el sistema LaTeX.

5. Poner todos los nuevos ficheros donde el sistema LaTeX pueda encontrarlos.

6. Procesar el fichero babel.dtx mediante el sistema LaTeX, si se quiere componer la documentación que acompaña al paquete de definiciones babel, o bien procesar sólo algunos de los ficheros con extensión .dtx contenidos en el directorio babel, como por ejemplo el fichero spanish.dtx, si sólo se quiere componer la documentación de algunas de las opciones del paquete de definiciones babel.

Apéndice D

Una clase de documentos LaTeX para Edicions UPC

La clase upc de documentos LaTeX es una adaptación de la clase estándar de documentos book a los criterios de edición para las colecciones Aula y Politext de Edicions UPC. Esta clase se distribuye en un único fichero, upc.cls, que se puede conseguir a través de Edicions UPC o bien en la Internet, mediante el protocolo http, en la dirección `http://www-lsi.upc.es/~valiente/upc.cls`.

La clase upc permite incluir casi todas las macros permitidas en los documentos de la clase estándar book del LaTeX, más las macros agregadas por el paquete babel y por sus opciones spanish y catalan. No admite, sin embargo, la inclusión de notas marginales mediante la macro `\marginpar`, por el hecho que en la maqueta de las colecciones Aula y Politext no se incluye ningún espacio para notas marginales.

El esquema siguiente ilustra la estructura básica de los documentos LaTeX de clase upc. La macro `\title` es necesaria porque, a pesar que Edicions UPC compone las portadas de los libros de las colecciones Aula y Politext por otros medios, la cabecera de todas las páginas impares incluye el título del libro.

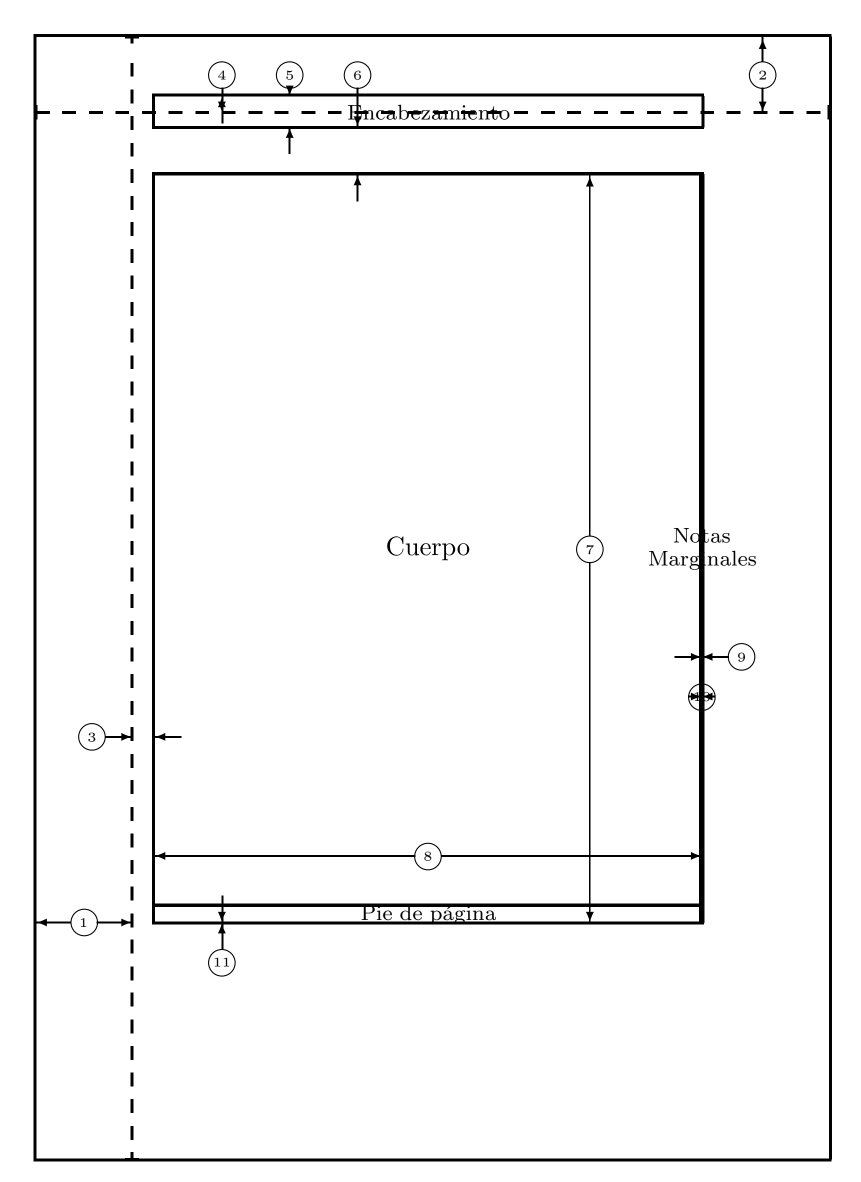
```
\documentclass[opciones]{upc}
\usepackage{makeidx}
\title{título}
\begin{document}
\frontmatter
\makeindex
\setcounter{page}{7}
\addcontentsline{toc}{chapter}{Prefacio}
\chapter*{Prefacio}
\markboth{Prefacio}{Prefacio}
     ⋮
```

```
\tableofcontents
\mainmatter
\chapter{título}
      ⋮
\chapter{título}
      ⋮
\appendix
\chapter{título}
      ⋮
\backmatter
\cleardoublepage
\addcontentsline{toc}{chapter}{Bibliografía}
\bibliographystyle{estilo}
\bibliography{base de datos bibliográficos}
\cleardoublepage
\addcontentsline{toc}{chapter}{\'Indice alfabético}
\printindex
\end{document}
```

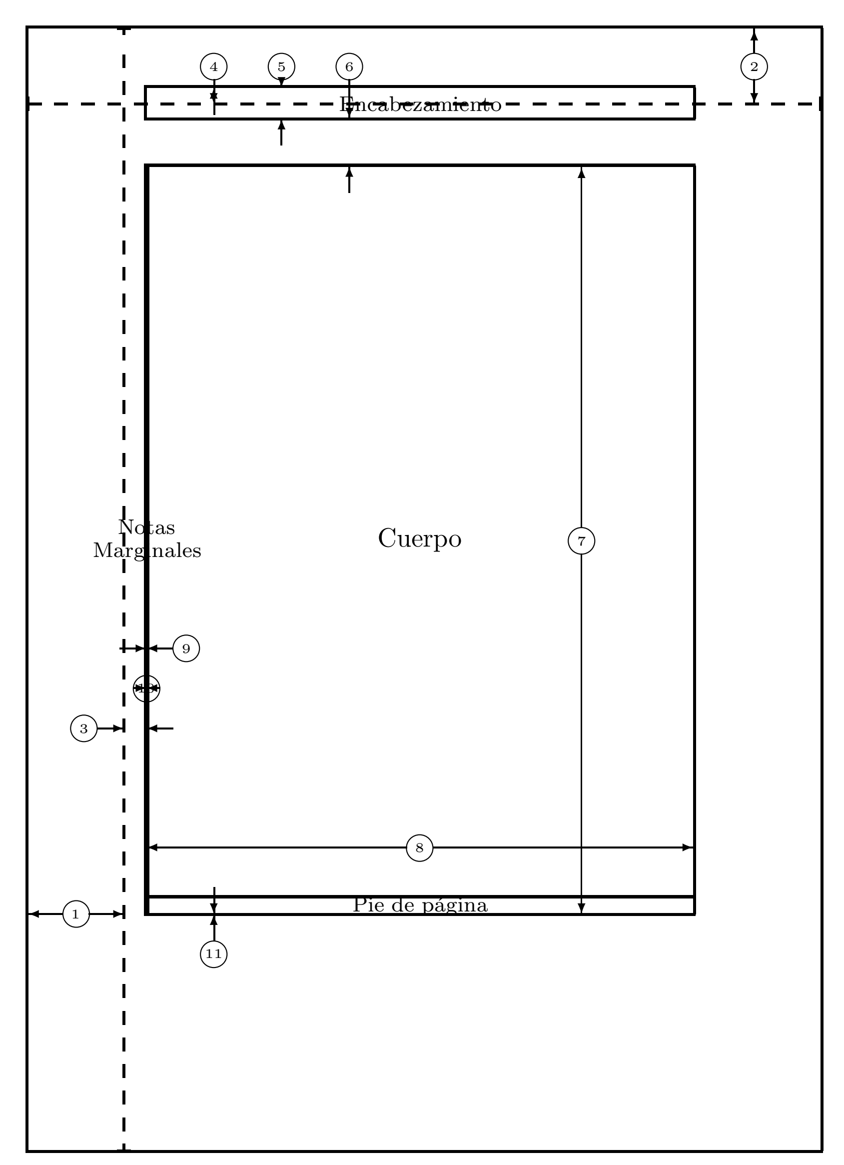
Las opciones definidas para esta clase de documentos son: catalan, spanish, chapnum, nochapnum y sectnum. Las primeras dos son, de hecho, opciones para el paquete de definiciones babel. La opción chapnum especifica la composición del número del capítulo delante del título del capítulo en las cabeceras de las páginas impares. La opción nochapnum especifica que sólo tiene que salir el título del capítulo, sin ninguna numeración. La opción sectnum especifica la composición del título del capítulo en las cabeceras de las páginas pares y la composición del número del capítulo delante del título del capítulo o apartado en las cabeceras de las páginas impares. Las opciones por defecto son catalan y chapnum.

La clase upc de documentos LaTeX requiere la instalación previa de los paquetes de definiciones babel y fancyhdr.

La maqueta de los documentos de clase upc se presenta a continuación, tanto para páginas pares como para páginas impares.



1	una pulgada + \hoffset	2	una pulgada + \voffset
3	\oddsidemargin = 17pt	4	\topmargin = -12pt
5	\headheight = 23pt	6	\headsep = 36pt
7	\textheight = 563pt	8	\textwidth = 412pt
9	\marginparsep = 0pt	10	\marginparwidth = 0pt
11	\footskip = 0pt		\marginparpush = 0pt (no mostradas)
	\hoffset = 0pt		\voffset = -15pt
	\paperwidth = 597pt		\paperheight = 845pt



1	una pulgada + \hoffset	2	una pulgada + \voffset
3	\evensidemargin = 17pt	4	\topmargin = -12pt
5	\headheight = 23pt	6	\headsep = 36pt
7	\textheight = 563pt	8	\textwidth = 412pt
9	\marginparsep = 0pt	10	\marginparwidth = 0pt
11	\footskip = 0pt		\marginparpush = 0pt (no mostradas)
	\hoffset = 0pt		\voffset = -15pt
	\paperwidth = 597pt		\paperheight = 845pt

La siguiente es la transcripción del fichero upc.cls, que contiene la última revisión de la clase upc de documentos LaTeX:

```
\NeedsTeXFormat{LaTeX2e}
\ProvidesClass{upc}[1991/03/01]
\DeclareOption{catalan}{%
  \PassOptionsToClass{catalan}{book}
  \PassOptionsToPackage{catalan}{babel}}
\DeclareOption{spanish}{%
  \PassOptionsToClass{spanish}{book}
  \PassOptionsToPackage{spanish}{babel}}
\DeclareOption{chapnum}{\AtBeginDocument{%
  \def\lastchapter{}
  \renewcommand{\chaptermark}[1]{\markboth
    {\emph{\@title}}
    {\emph{\thechapter\ \ #1}}
    \renewcommand{\lastchapter}{#1}}
  \renewcommand{\sectionmark}[1]{\markboth
    {\emph{\@title}}
    {\emph{\thechapter\ \ \lastchapter}}}}}
\DeclareOption{nochapnum}{\AtBeginDocument{%
  \def\lastchapter{}
  \renewcommand{\chaptermark}[1]{\markboth
    {\emph{\@title}}
    {\emph{#1}}
    \renewcommand{\lastchapter}{#1}}
  \renewcommand{\sectionmark}[1]{\markboth
    {\emph{\@title}}
    {\emph{\lastchapter}}}}}
\DeclareOption{sectnum}{\AtBeginDocument{%
  \def\lastchapter{}
  \renewcommand{\chaptermark}[1]%
    {\ifnum\value{section}=0 \markboth{\emph{#1}}{}
        \else \markboth{\emph{#1}}{\emph{#1}} \fi
    \renewcommand{\lastchapter}{#1}}
  \renewcommand{\sectionmark}[1]%
    {\markright{\emph{\thesection\ \ #1}}}}}
\DeclareOption*{\PassOptionsToClass{\CurrentOption}{book}}
\ExecuteOptions{catalan,chapnum}
\ProcessOptions
\LoadClass[10pt,a4paper]{book}
\RequirePackage{babel}
\RequirePackage{fancyhdr}
```

```
\setlength{\hoffset}{0mm}
\setlength{\voffset}{-5,4mm}
\setlength{\oddsidemargin}{6,1mm}
\setlength{\evensidemargin}{6,1mm}
\setlength{\marginparwidth}{0mm}
\setlength{\marginparsep}{0mm}
\setlength{\marginparpush}{0mm}
\setlength{\topmargin}{0mm}
\setlength{\headheight}{4mm}
\setlength{\headsep}{13mm}
\setlength{\footskip}{0mm}
\setlength{\textheight}{198mm}
\setlength{\textwidth}{145mm}
\pagestyle{fancy}
\addtolength{\headheight}{\baselineskip}
\addtolength{\topmargin}{-\baselineskip}
\renewcommand{\headrulewidth}{0,3pt}
\lhead[\thepage]{\let\uppercase\relax\rightmark}
\chead{}
\rhead[\let\uppercase\relax\leftmark]{\thepage}
\lfoot{}
\cfoot{}
\rfoot{}
\let\ps@plain\ps@fancy
\renewcommand{\baselinestretch}{1,1}
\normalsize
\endinput
```

Apéndice E

CervanTEX: El grupo de usuarios hispanohablantes de TEX

El *TEX Users Group* (TUG) es una asociación profesional que agrupa desde el año 1980 a los usuarios de los sistemas TEX, LATEX y METAFONT. Su objetivo es la difusión y la expansión del uso del TEX, el METAFONT y los sistemas relacionados, de los cuales garantiza la integridad y la portabilidad, como también fomentar la innovación en la preparación electrónica de documentos.

Entre las actividades que realiza el TUG hay la organización de un congreso internacional y de un congreso europeo, ambos de frecuencia anual, la organización de cursos de formación profesional, el mantenimiento de la red CTAN y la coordinación de diversos grupos técnicos de trabajo. Además, el TUG publica desde el año 1980 la revista *TUGboat*, de frecuencia trimestral, una colección de manuales técnicos llamada *TEXniques*, y entre los años 1992 y 1995 ha publicado el boletín *TEX and TUG News*, también de frecuencia trimestral.

El TUG también coordina las actividades de los diferentes grupos de usuarios locales o regionales, entre los cuales , el grupo de usuarios hispanohablantes, que aún está en proceso de formación. *CervatTEX* dispone de una foro de discusión sobre TEX, LATEX y METAFONT para hispanohablantes, `spanish-tex`, y de una página de información en la *World Wide Web*, en la dirección provisional `http://gordo.us.es/Actividades/CervanTeX/CervanTeX.html`.

Apéndice F

Tirant lo TEX: El grup d'usuaris catalanoparlants de TEX

El *TEX Users Group* (TUG) és una associació professional que agrupa des de l'any 1980 els usuaris dels sistemes TEX, LATEX i METAFONT. El seu objectiu és la difusió i l'expansió de l'ús del TEX, el METAFONT i els sistemes relacionats, dels quals en garanteix la integritat i la portabilitat, com també fomentar la innovació en la preparació electrònica de documents.

Entre les activitats que realitza el TUG hi ha l'organització d'un congrés internacional i d'un congrés europeu, tots dos de freqüència anual, l'organització de cursos de formació professional, el manteniment de la xarxa CTAN i la coordinació de diversos grups tècnics de treball. A més, el TUG publica des de l'any 1980 la revista *TUGboat*, de freqüència trimestral, una col.lecció de manuals tècnics anomenada *TEXniques*, i entre els anys 1992 i 1995 ha publicat el butlletí *TEX and TUG News*, també de freqüència trimestral.

El TUG també coordina les activitats dels diferents grups d'usuaris locals o regionals, entre els quals *Tirant lo TEX*, el grup d'usuaris catalanoparlants, que encara és en procés de formació. Gràcies al suport de Caterina Parals Colom, del Centre de Supercomputació de Catalunya i de la Fundació Catalana per a la Recerca, però, des de l'any 1995 funciona `catala-tex`, un fòrum de discussió sobre TEX, LATEX i METAFONT per a catalanoparlants, i gràcies al suport del Departament de Llenguatges i Sistemes Informàtics de la Universitat Politècnica de Catalunya, *Tirant lo TEX* disposa també d'una pàgina d'informació dins la *World Wide Web*, a l'adreça provisional `http://www-lsi.upc.es/~valiente/tug-catalan.html`.